

马志飞,尹上岗,乔文怡,等.中国医疗卫生资源供给水平的空间均衡状态及其时间演变[J].地理科学,2018,38(6):869-876.[Ma Zhifei, Yin Shanggang, Qiao Wenyi et al. Spatial Equilibrium State and Its Time Evolution of Medical Health Resource Supply Level in China. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(6): 869-876.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2018.06.005

# 中国医疗卫生资源供给水平的空间 均衡状态及其时间演变

马志飞,尹上岗,乔文怡,李在军,吴启焰

(南京师范大学地理科学学院/虚拟地理环境教育部重点实验室, 江苏 南京 210023)

**摘要:**为正确认识医疗卫生资源空间分布的现状,以医疗卫生资源空间均衡状态及其时间演变趋势为研究内容,采用中国338个地级市为研究样本,运用核密度估计、基尼系数及其分解和LISA时间路径分析等方法,构建国家-区域-市域3个层次的空间均衡分析框架,定量刻画医疗卫生资源空间均衡状态及其时间演变特征。研究结果表明,医疗卫生资源的空间分布正在走向均衡;医疗卫生资源供给水平在三大区域之间的交错程度较高且呈现逐渐增高的趋势;在东部沿海到中部地区的过渡地带存在集中分布的低低集聚区,即医疗卫生资源供给水平同样存在“京沪低谷带”。

**关键词:**医疗卫生;空间均衡状态;时间演变

**中图分类号:**P936

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000-0690(2018)06-0869-08

健康作为人类的基本诉求,是实现人的全面发展的基础。个人健康权的保障不仅关系到个人的福祉,也影响着社会经济的平稳发展<sup>[1]</sup>。鉴于健康在促进经济社会和人的全面发展中的基础性作用,维护国民的健康公平也就成为国家实现社会公平正义的重要标志<sup>[2]</sup>,而提供基本医疗卫生服务、保障“人人享有基本医疗卫生服务”成为政府义不容辞的职责所在。然而,地区经济发展失衡、地方卫生财政偏差、居民收入差距以及医疗保障分割等<sup>[3]</sup>因素决定各地医疗卫生资源的丰富程度不尽相同,医疗卫生资源非均等化问题也成为区域协调发展、社会公平正义的严重制约<sup>[4]</sup>。为解决医疗卫生资源空间分布不均衡的问题,2009年卫生部、财政部和国家人口和计划生育委员会提出《关于促进基本公共卫生服务逐步均等化的意见》,致力于缩小地区和城乡间的医疗卫生资源供给水平的差距。在此背景下,正确认识医疗卫生资源均等化的现状以及科学评价中央政府做出的

促使医疗卫生服务均等化努力的成效成为值得研究的课题。

梳理已有研究发现,现有研究大多基于罗尔斯公平正义理论<sup>[5]</sup>,尤其是机会的公正平等原则,认为每一成员都应该享有大致相同的医疗卫生服务,全体社会成员享有卫生服务具有大致相同的机会,享受额外的照顾及优惠必须具备合理的理由和程序<sup>[6]</sup>。在该原则指导下,学者主要从医疗卫生资源配置及医疗卫生服务的可获得性两方面着手分析医疗卫生服务的空间分布:① 医疗卫生资源空间配置的研究大多以省作为基本研究单元<sup>[7]</sup>,以医疗机构数、医疗机构床位数、卫生机构技术人员数量等指标<sup>[8]</sup>衡量医疗卫生资源的丰富程度,采用因子分析方法<sup>[9]</sup>、熵权-TOPSIS综合评价法<sup>[10]</sup>等方法对各省区医疗卫生资源供给水平进行评价,在分析影响因素的基础上提出医疗卫生服务均等化的政策建议;② 医疗卫生服务可获得性的研究往往以单个城市为研究对象<sup>[11]</sup>,利用医疗卫生机构

**收稿日期:**2017-07-09; **修订日期:**2017-09-04

**基金项目:**国家自然科学基金项目(41671155)、北部湾环境演变与资源利用教育部重点实验室系统基金(2015BGERLKF06)资助。  
[Foundation: National Natural Science Foundation of China (41671155), Key Laboratory of Environmental Development and Resource Utilization of Beibu Gulf (2015BGERLKF06).]

**作者简介:**马志飞(1992-),男,河南许昌人,博士研究生,主要研究方向为城市地理学。E-mail:ug\_mazhifei@163.com

**通讯作者:**吴启焰,教授。E-mail:chiyanwu@qqmail.com

POI数据和城市路网数据<sup>[12]</sup>分析城市内各医疗卫生机构的可达性<sup>[13]</sup>,该类研究主要服务于城市内医疗卫生机构的空间分布和规划建设。

学者从公平正义的理念出发,已然对医疗卫生资源空间配置进行较为深入细致的研究,然而,在细节上仍然存在以下不足:缺乏医疗卫生资源空间均衡程度的定量分析;以省域为基本研究单元,空间分析过于粗糙;缺乏医疗卫生资源空间分布的时间演变特征分析。基于以上的研究不足,本文对医疗卫生资源空间非均衡及其时间演变特征的分析采取以下研究思路:首先,本文采用核密度估计方法分析中国各地级市医疗卫生资源供给水平的空间均衡状态;其次,将中国划分为三大区域,利用基尼系数及其分解方法分析区域医疗卫生资源的空间均衡状态及其时间演变特征;进一步地,通过空间探索性分析技术及LISA时间路径解析地级市医疗卫生资源分布格局及其时间变迁。由此,构建国家-区域-市域3个层次的医疗卫生资源空间均衡状态及其时间演变特征分析框架,对于深刻认识医疗卫生资源空间分布状态,以及进一步地实施医疗体制改革和合理配置医疗卫生资源均有借鉴意义。

## 1 数据来源与方法

### 1.1 研究区概况与数据来源

本文以中国直辖市、副省级城市及地级市州为研究对象(不含港澳台),共338个空间单元,行政区划按照2008年行政区划<sup>[14]</sup>进行归并统一。采用常住人口计算人均医疗卫生机构数、人均医疗卫生机构床位数、人均医疗卫生机构医生数3个指标<sup>[15]</sup>,对其进行无量纲化处理,并计算3项指标的均值反映各地区医疗卫生资源供给水平。考虑到2003年之前对于医疗卫生方面的统计并不完备,研究区内样本缺失量较大,不利于进行空间非均衡的分析;而2003年之后SARS疫情促使全国系统反思公共卫生体系建设,中央财政与地方财政的投入差距必然导致各地医疗卫生服务发展速度的差异,带来医疗卫生资源空间分布格局的演变。故选定研究时段为2003~2014年。

医疗卫生机构数、医疗卫生机构床位数、医疗卫生机构医生数及常住人口数据来源2004~2015年的《中国区域经济统计年鉴》<sup>[16]</sup>《中国城市统计年鉴》<sup>[17]</sup>《中国医疗卫生统计年鉴》<sup>[18]</sup>及部分省级行政

区统计年鉴、部分地级行政区国民经济和社会发展统计公报。对于部分缺失数据,为防止数据在时间序列上的突变性,本文主要采用自相关拟合的方法进行估计。

### 1.2 研究方法

1) 核密度估计方法。核密度估计法是一种非参数估计的方法,它的主要特点是无须对总体分布形式做出假定,而是尽量从数据本身来获取数据分布特征<sup>[19]</sup>。相对于直方图而言,核密度估计方法的结果连续性更好<sup>[20]</sup>,并且不依赖于选取的区间长度<sup>[21]</sup>。

$$f(x) = \frac{1}{mh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (1)$$

式中, $f(x)$ 为根据医疗卫生资源在 $m$ 个地区的值 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 估计得到的概率密度函数; $k$ 为核函数; $i$ 为研究区域内的某地区; $h$ 为带宽,其取值影响核密度估计曲线的形状和平滑程度<sup>[22]</sup>。

2) 基尼系数及其分解。对于空间非均衡的测度多采用变异系数、泰尔指数及基尼系数,同时往往对地区差距进行来源或者地区上的分解,其中最为常用的是泰尔指数的分解。然而泰尔指数仅仅考虑子样本的不同,而没有考虑子样本的分布状况<sup>[23]</sup>。本文引用Mukherjee和Shorrocks<sup>[24]</sup>提出的基尼系数及其分解方法,其中,基尼系数的计算公式<sup>[25]</sup>为:

$$G = \frac{1}{2n^2\mu} \sum_i \sum_j |y_i - y_j| \quad (2)$$

式中, $G$ 为区域总体基尼系数; $n$ 为组内的样本个数; $\mu$ 为组内样本的均值; $y_i$ 和 $y_j$ 为地区 $i$ 和 $j$ 的医疗卫生资源供给水平。基尼系数的分解公式为:

$$G = \sum p_k^2 \lambda_k G_k + \frac{1}{2} \sum p_k p_h |\lambda_k - \lambda_h| + R \quad (3)$$

其中, $G$ 表示总体基尼系数,以衡量中国医疗卫生资源的总体空间非均衡程度; $p_k$ 、 $p_h$ 表示第 $k$ 组、第 $h$ 组样本数的份额; $\lambda_k$ 、 $\lambda_h$ 表示第 $k$ 组、第 $h$ 组的平均医疗卫生资源供给水平与全体样本平均医疗卫生资源供给水平的比值; $G_k$ 是第 $k$ 组的基尼系数。公式右边的第一项反映的是组内差距或非均衡;第二项反映的是组间非均衡; $R$ 为剩余项,反映了不同组之间因重叠造成的交互影响。

3) LISA及LISA时间路径。局部空间自相关(LISA)度量区域与其周围区域在医疗卫生服务水

平上的差异程度及其显著性,在本文可视为小尺度区域差异的有效表征,其表达式为:

$$I_i = z_i \sum_j \omega_{ij} z_j \quad (4)$$

式中,  $z_i$  和  $z_j$  是区域  $i$  和区域  $j$  的标准化观测值;  $\omega_{ij}$  是空间权重。其结果与散点图一致,将区域划分为4个象限,即高高、低高、高低和低低。而LISA时间路径通过融入时间维,将传统的静态LISA动态化,观察散点图中各单元的演变特征。在研究时段内,各地域单元的LISA坐标由医疗卫生服务水平标准化值及相应空间滞后项组成,表示为  $[(y_{i,1}, yL_{i,1}), (y_{i,2}, yL_{i,2}), \dots, (y_{i,t}, yL_{i,t})]$ , 其中  $y_{i,t}$  表示  $i$  地区在  $t$  年医疗卫生资源的标准化值;  $yL_{i,t}$  表示  $i$  地区在  $t$  年的滞后项,其几何特征包括路径长度、弯曲度和跃迁方向<sup>[26]</sup>。LISA时间路径长度说明区域空间结构的动态性特征,计算公式<sup>[27]</sup>为:

$$\tilde{N}_i = \frac{N \times \sum_{t=1}^{T-1} d(L_{i,t}, L_{i,t+1})}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T-1} d(L_{i,t}, L_{i,t+1})} \quad (5)$$

式中,  $N$  为空间单元的数量;  $T$  为研究时间长度;  $d(L_{i,t}, L_{i,t+1})$  为空间单元  $i$  在时间  $t$  到  $t+1$  的移动距离。 $\tilde{N}_i$  越大,说明该地区医疗卫生资源供给水平的变化程度更为显著。LISA时间路径弯曲度反映区域空间结构的波动性特征,计算公式为:

$$D_i = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} d(L_{i,t}, L_{i,t+1})}{d(L_{i,t}, L_{i,t+1})} \quad (6)$$

$D_i$  越大,说明局部空间结构的时间变动特征更为曲折,相应地稳定性较差。

## 2 医疗卫生资源的均衡状态及其时间演化

### 2.1 中国医疗卫生资源均衡状态的分析

本文通过利用核密度估计的非参数方法审视2003~2013年中国医疗卫生资源供给的空间均衡状态结果如图1所示。

中国历年医疗卫生资源供给水平核密度图(图1)显示:

1) 核密度曲线的密度波及范围整体上呈现出下降趋势,尤其是在2007~2011年间波及范围变动趋势相对明显。这说明各地级市医疗资源供给水平的区际差异在不断缩小,尤其是在2007~2011年间区际差异显著缩小。

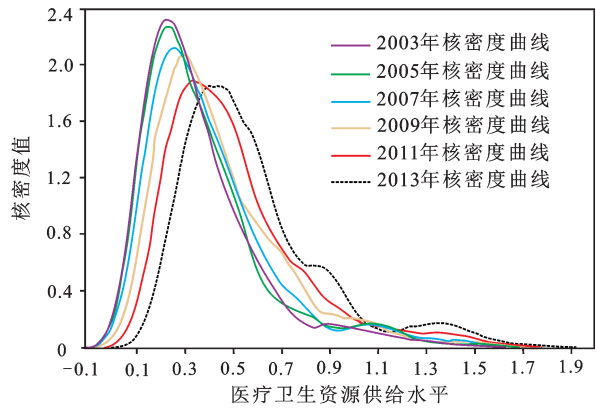


图1 医疗卫生供给水平的核密度估计

Fig.1 Kernel density estimation of the level of medical and health supplies

2) 核密度曲线的峰线由2003年的0.2左右逐年向右移动至2013年的0.5左右,这说明医疗卫生资源供给水平较低的城市对水平较高的城市具有“追赶效应”,而2003~2013年间区际差异的缩小也从侧面验证“追赶效应”的存在。

3) 中国医疗卫生资源供给水平核密度图呈现出显著“长尾起峰”特征,说明中国医疗卫生的均衡状态演变特征呈现出显著“低水平”的“俱乐部”收敛形态,而对于高水平地区,其核密度值较低,因此不具备“高水平”的“俱乐部”收敛现象。

### 2.2 区域医疗卫生资源空间均衡状态测度及分解分析

基于基尼系数计算及其分解方法,全国及三大区域医疗卫生资源供给水平空间均衡状态测度结果如表1所示。

1) 中国医疗卫生资源供给水平基尼系数虽然在2005~2006年间有小幅的回升,但整体上仍然呈现下降趋势,说明地区间的差异在不断缩小。其中,西部地区的下降最为明显,其基尼系数的年均增长率为-2.48%,而东部地区和中部地区的年均增长率分别为-2.28%,-2.22%,说明西部地区均衡化的速度高于东中部地区。对比东中西部地区的基尼系数可以发现,西部地区在研究时段内的基尼系数均值为0.327 0,远远高于东部地区(0.274 7)和中部地区(0.257 2),西部地区医疗卫生资源供给水平的非均衡程度高于东部地区和中部地区。

2) 三大区域组间医疗卫生资源供给水平基尼系数也呈现逐年递减的态势,其年均增长率



表1 中国及三大区域组内、组间和交错项基尼系数及贡献率

Table 1 Gini coefficient and contribution of within and between groups of three regions and the country

年份	中国	东部	中部	西部	组内	组间	剩余项	贡献率(%)		
								组内	组间	剩余项
2003	0.3498	0.2982	0.2805	0.3850	0.1177	0.0960	0.1361	33.65	27.43	38.92
2004	0.3420	0.2913	0.2744	0.3756	0.1149	0.0963	0.1307	33.60	28.18	38.22
2005	0.3414	0.2875	0.2766	0.3800	0.1150	0.0880	0.1385	33.67	25.76	40.57
2006	0.3588	0.3231	0.3223	0.3789	0.1205	0.0729	0.1653	33.59	20.33	46.08
2007	0.3222	0.2866	0.2771	0.3523	0.1090	0.0724	0.1409	33.82	22.47	43.71
2008	0.3061	0.2768	0.2621	0.3289	0.1028	0.0696	0.1338	33.58	22.72	43.70
2009	0.2993	0.2825	0.2586	0.3187	0.1009	0.0598	0.1385	33.72	20.00	46.28
2010	0.2859	0.2691	0.2539	0.3028	0.0963	0.0537	0.1360	33.68	18.77	47.55
2011	0.2762	0.2594	0.2381	0.2908	0.0924	0.0642	0.1195	33.45	23.27	43.28
2012	0.2459	0.2489	0.2245	0.2755	0.0876	0.0597	0.0986	35.61	24.28	40.11
2013	0.2459	0.2474	0.2078	0.2554	0.0823	0.0504	0.1132	33.47	20.50	46.03
2014	0.2693	0.2254	0.2100	0.2800	0.0857	0.0732	0.1104	31.82	27.18	41.00

为-2.47%，而组内基尼系数年均增长率为-2.16%。可以初步认定，在三大区域的划分设定下，组间差距的缩小是区域医疗卫生资源供给水平走向均衡的更为重要的动因。对比组内差距和组间差距的贡献率可看出，组内差距是东中西地区区域医疗卫生资源供给水平非均衡的主要来源，同时组内差距的贡献率也在逐年减小。

3) 三大区域组间医疗卫生资源供给水平基尼系数也呈现逐年递减的态势，其年均增长率为-2.47%，而组内基尼系数年均增长率为-2.16%。可以初步认定，在三大区域的划分设定下，组间差距的缩小是区域医疗卫生资源供给水平走向均衡的更为重要的动因。对比组内差距和组间差距的贡献率可看出，组内差距是东中西地区区域医疗卫生资源供给水平非均衡的主要来源，同时组内差距的贡献率也在逐年减小。

4) 剩余项的贡献率却一直高于组间差异和组内差异的贡献率，说明区域医疗卫生资源供给水平在三大区域之间交错程度较高。进一步由剩余项贡献率逐渐扩大可知，三大区域之间交错涉及到的区域逐步增多，区域之间的交错程度增大。

2.3 局部空间关联格局及其动态演化

整体上看，中国医疗卫生资源供给水平呈现出稳定的局部空间关联格局。从数量上看，高高集聚区的数量由2003年的25个减少到2014年的20个，低低集聚区的数量由2003年的60个减少到2014年的48个，其变化数值分别为5和12个；从空

间分布上看，高高集聚区主要保持在新疆西部、西藏西部以及川西地区，而低低集聚区则持续散布在河南省、江西省、广西壮族自治区等省区，尤其在东部沿海到中部地区的过渡地带存在集中分布的低低集聚区，即医疗卫生资源同样存在“京汕低谷带”——京汕低谷带在中国东部沿海和京广铁路两个发达地带之间存在着一条经济不发达地带，即“京九线”(北京到九江)及南延的“九汕线”(九江到汕头)铁路沿线的经济低谷(简称京汕低谷带)，但是相对于经济发展水平的“京汕低谷带”<sup>[28]</sup>，医疗卫生资源的低谷带南北跨度较小，东西跨度较大。

对比2003和2014年的LISA冷热区图(图2)，发现以下变化特征：内蒙古自治区北部的高高集聚区消失；贵州重庆一带的低低集聚区范围明显缩小，由8个缩小到2个；在河南江西一带的低低集聚区周边，出现少量的高低空间异常区，即医疗卫生资源供给水平相对较高的地区被大量低值区包围。这说明，中国医疗卫生资源供给水平的均衡程度进一步提高，尤其是西部地区均衡化程度提高较快，而河南江西等地低低集聚区则变动较小，仅在周边出现少量的高值区，在未来可能会带动周边地区医疗卫生水平的提高，从而促进医疗卫生资源的均衡。

依据公式(5、6)计算各地级市LISA时间路径的几何特征，并利用ArcGIS的自然断裂点进行可视化，如图3所示。LISA时间路径相对长度较长的地区集中分布在西部地区及贵州省中西部，其

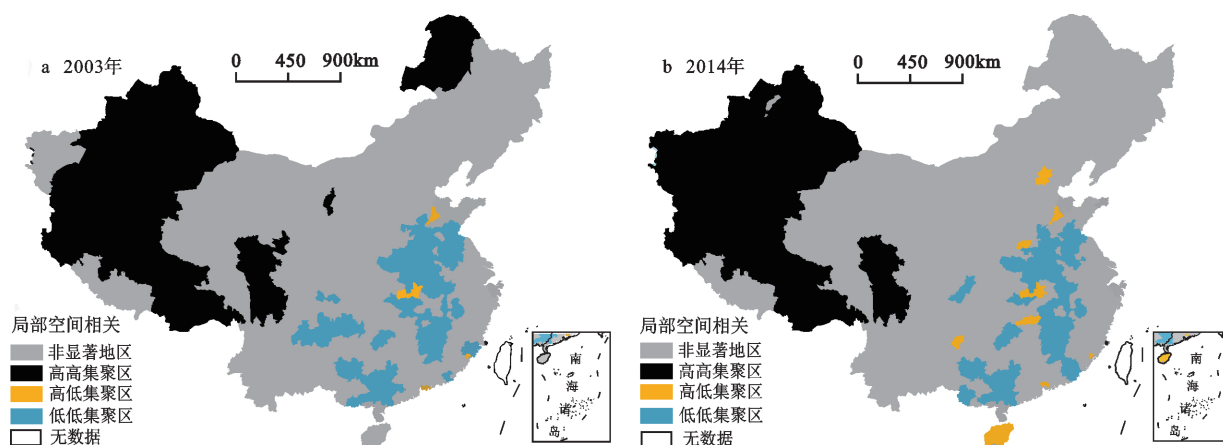


图2 医疗卫生资源供给水平的LISA冷热点

Fig.2 The spatial pattern of LISA of medical and health resource supply level

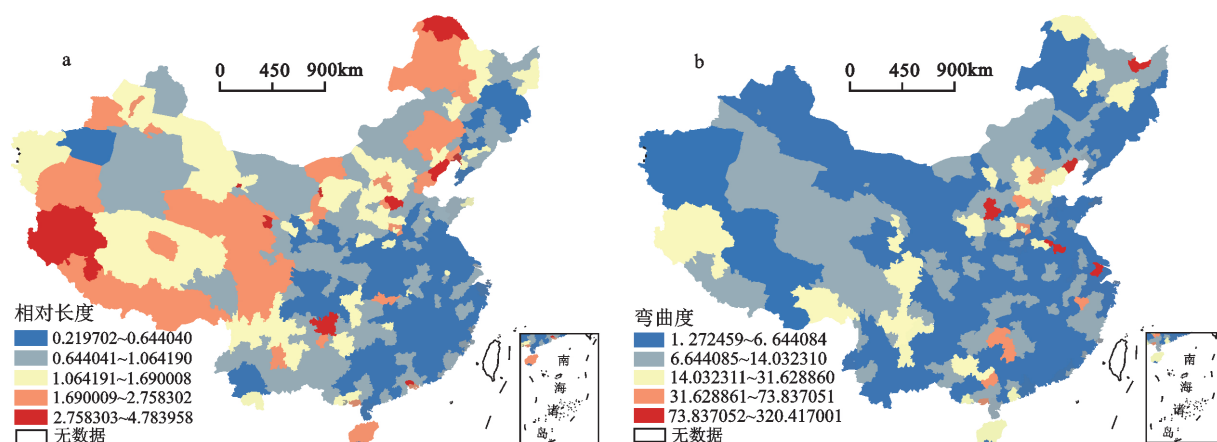


图3 医疗卫生资源LISA时间路径几何特征的空间分布

Fig.3 The spatial pattern of geometrical characteristics of LISA time trajectories of medical and health resource

中西部地区是医疗卫生资源供给的热点地区,贵州省中西部是医疗卫生资源供给的冷点地区。相对长度较长说明这些地区医疗卫生资源供给水平的发展速度较快,由此西部地区的热点效应进一步强化,贵州省中西部的冷点区范围则大幅度缩小。中东部地区时间路径的相对长度则相对较小,说明以上地区医疗卫生资源供给水平发展速度较慢,尤其是“京汕低谷带”基本上处于相对长度最低的地区。

LISA时间路径弯曲度普遍较小,说明医疗卫生资源供给水平的发展具备相对稳定的空间依赖性及空间变动方向,即较强的空间锁定效应;时间路径弯曲度较大的地区主要分布在鹤岗市、葫芦岛市、吕梁市、宿州市、苏州市等地区,说明以上地区医疗卫生资源供给的发展变动性较强,缺乏持

续提高医疗卫生资源供给水平的动力,即政府财政投入或者外部投资不具备持续性。

### 3 讨论

通过对以上结果的分析,可以发现中国医疗卫生资源的空间均衡状态及其时间演变呈现出以下特征:

1) 整体上来看医疗卫生资源在空间上趋于均衡。无论是核密度估计、基尼系数还是LISA时间路径,均表明医疗卫生资源的空间均衡程度显著提高,而这主要得益于医疗卫生资源供给水平较低地区的“追赶效应”,即研究时段内供给水平较低的地区医疗卫生的发展速度相对较快。这主要是由于政府采用的加强公共卫生机构建设、保障公共卫生服务经费等促进基本公共卫生服务均

等化的政策措施对于医疗卫生资源相对匮乏的地区能够实现有益的补充,而对于医疗卫生资源供给水平相对较高的地区作用并不明显。总而言之,政府推动基本公共卫生服务均等化的努力实现医疗卫生资源趋于均衡。

2) 医疗卫生服务整体上趋于均衡的同时,区域内医疗卫生资源供给的差异性开始显现。基尼系数的分解结果表明组内差距的贡献率不断提高,局部空间自相关的结果表明医疗卫生资源存在“京汕低谷带”,这说明中国仍然存在医疗卫生资源供给水平较低的地区。

国家大力推进的基本公共卫生服务均等化的努力的确推进医疗卫生资源均衡程度的提高,但是仍然存在以下问题:

1) 国家大力推进的基本公共卫生均等化的确提高医疗卫生资源相对匮乏地区的医疗卫生资源供给水平,但是对于医疗卫生资源相对较为丰富的地区作用并不明显,存在医疗卫生资源浪费的问题。

2) 基本公共卫生服务均等化平等支持不同发展水平的医疗卫生服务事业的发展,这导致医疗卫生服务资源较匮乏的地区仍然处于相同的地位,并且时间路径的结果表明医疗卫生服务资源较匮乏的地区具有较强的空间锁定效应。

## 4 结论

研究医疗卫生的空间均衡状态及其时间演变特征是地理学研究的重要议题,同时也是医疗卫生均等化的现实诉求。本文以医疗卫生服务资源供给水平作为评价指标,全国338个地级行政单元为研究对象,构建国家-区域-市域3个层次的医疗卫生资源空间非均衡及其时间演变分析框架,得到以下结论:

1) 全国医疗卫生资源的均衡化程度显著提高,这主要是由于政府采用的加强公共卫生机构建设、保障公共卫生服务经费等促进基本公共卫生服务均等化的政策措施对于医疗卫生服务资源相对匮乏的地区能够实现有益的补充,而对于医疗卫生服务相对较为发达的地区作用并不明显。

2) 医疗卫生资源整体上趋于均衡的同时,区域内医疗卫生资源供给水平的差异性开始显现。基尼系数的分解结果表明组内差距的贡献率不断提高,局部空间自相关的结果表明医疗卫生资源

空间分布存在“京汕低谷带”,这说明中国仍然存在医疗卫生资源较匮乏的地区。

2003年爆发的非典疫情促使中国进行公共医疗卫生政策的反思,也成为中国加大医疗卫生资源投入的转折点,尤其是在2009年新医改方案提出健全基层医疗卫生服务体系、促进基本公共卫生服务逐步均等化以来,中国医疗卫生资源供给水平及其均等化程度均有明显提高。但是伴随着区域间医疗卫生资源供给水平差距的缩小,同时也出现医疗资源的浪费和“京汕低谷带”的出现等问题。这要求政府转变医疗卫生服务的扶持思路,实现从基本公共卫生的全覆盖扶持到医疗卫生服务落后地区的重点扶持;同时完善转移支付制度,提升落后地区提供医疗卫生服务的能力,实现医疗卫生资源在地区间的合理配置,也是“人人享有基本医疗卫生服务”的内涵所在。

## 参考文献(References):

- [1] 高萍.区域基本医疗卫生服务均等化现状、成因及对策——基于全国各省面板数据的分析[J].宏观经济研究,2015,17(4): 90-97.[Gao Ping. Current situation, causes and countermeasures of equalization of basic medical and health services. Macroeconomics, 2015, 17(4): 90-97.]
- [2] 陈竺,高强.走中国特色卫生改革发展道路,使人人享有基本医疗卫生服务[J].中国卫生产业,2008,5(3):18-21.[Chen Zhu, Gao Qiang. The health reform development road with Chinese characteristics, make everyone will have access to basic medical and health services. China Health Industry, 2008, 5(3): 18-21.]
- [3] 解垚.城乡卫生医疗服务均等化研究[D].济南:山东大学博士学位论文,2009.[Xie E. On the equalization in health and medical service in urban-rural areas. Ji'nan: Doctoral Dissertation of Shandong University, 2009.]
- [4] 王志锋,张天.中国医疗卫生服务均等化的地区比较及体制改革研究[J].经济社会体制比较,2011,26(6):68-75.[Wang Zhifeng, Zhang Tian. A study on regional comparison and system reform of China's medical and health services equalization. Economic and social system comparison, 2011, 26(6): 68-75.]
- [5] 石培琴.我国区域基本公共服务均等化研究[D].北京:财政部财政科学研究所博士学位论文,2014.[Shi Peiqin. Research on the equalization of regional basic public services. Beijing: Doctoral Dissertation of Research Institute for Fiscal Science, 2014.]
- [6] 苏明.财政现实问题研究[M].北京:经济科学出版社,2008: 119-181.[Su Ming. Fiscal reality problem research. Beijing: Economic Science Press, 2008: 119-181.]
- [7] 谢金亮,方鹏骞.我国医疗卫生资源省际间的配置公平性和利用效率研究[J].中国卫生经济,2013,32(1):60-62. [Xie Jinliang, Fang Pengqian. Study on the configuration fairness and the utili-



- zation efficiency of inter-provincial health resource in China. *Chinese Health Economics*, 2013, 32(1):60-62.]
- [8] 傅晓,欧阳华生.我国省际间医疗卫生资源配置公平性分析[J]. *卫生经济研究*,2008,24(11):1-21.[Fu Xiao, Ouyang Huasheng. Analysis on fairness of inter-provincial medical and health resource allocation in China. *Health Economics Research*,2008,24(11):1-21.]
- [9] 陶春海,陈婧钰.江西省医疗服务水平平均等化的实证分析[J]. *统计观察*,2015,30(13):123-125.[Tao Chunhai, Chen Jingyu. An empirical analysis of the equalization of medical service in Jiangxi Province. *Statistical Observation*,2015,30(13):123-125.]
- [10] 汤少梁,刘浩然.基于熵权-TOPSIS法的31个地区基本医疗服务均等化研究[J]. *中国卫生统计*,2016,33(6):1030-1034.[Tang Shaoliang, Liu Haoran. Research on equalization of basic medical service in 31 regions based on entropy weight-TOPSIS method. *Chinese Journal of Health Statistics*,2016,33(6):1030-1034.]
- [11] 罗蕾,罗静,田玲玲,等.基于改进区位配置模型的农村就医空间优化布局研究——以湖北省仙桃市为例[J]. *地理科学*,2016, 36(4):530-539. [Luo Lei, Luo Jing, Tian Lingling et al. Spatial location-allocation optimization for rural hospital with a improved regional allocation model: A case study in Xiantao City of Hubei Province. *Scientia Geographica Sinica*,2016,36(4): 530-539.]
- [12] 柳泽,杨宏宇,熊维康,等.基于改进两步移动搜索法的县域医疗卫生服务空间可达性研究[J]. *地理科学*,2017,37(1):1-10. [Liu Ze, Yang Hongyu, Xiong Weikang et al. Spatial accessibilities of medical services at county level based on optimized two-step floating catchment area method. *Scientia Geographica Sinica*,2017,37(1):1-10.]
- [13] 熊娟,罗静,彭菁,等.基于可达性的县域医疗服务均等化分析:以湖北省松滋市为例[J]. *人文地理*,2012,26(5):25-29.[Xiong Juan, Luo Jing, Peng Jing et al. Equalization analysis of medical service of county level based on accessibility: A case study of Songzi, Hubei Province. *Human Geography*,2012,26(5):25-29.]
- [14] 中华人民共和国民政部.中华人民共和国行政区划简册[M]. 北京:中国社会科学出版社,2011.[Ministry of Civil Affairs of the People's Republic of China. *Administrative division of the people's republic of China*. Beijing: China Social Publishing House, 2011.]
- [15] 郑文升,蒋华雄,艾红如,等.中国基础医疗卫生资源供给水平的区域差异[J]. *地理研究*,2015,34(11):2049-2060.[Zheng Wensheng, Jiang Huaxiong, Ai Hongru et al. Analysis of regional inequalities of basic medical resources supply in China. *Geography Research*,2015,34(11):2049-2060.]
- [16] 国家统计局国民经济综合统计司.中国区域经济统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2005-2016. [Statistical Bureau of the National Bureau of Statistics of the National Bureau of Statistics. *China statistical yearbook of regional economy*. Beijing: China Statistics Press, 2005-2016.]
- [17] 国家统计局城市社会经济调查司.中国城市统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2005-2016. [Urban Social and Economic Survey of National Bureau of Statistics. *China statistical yearbook of cities*. Beijing: China Statistics Press, 2005-2016.]
- [18] 中华人民共和国卫生部.中国卫生统计年鉴[M]. 北京:中国协和医科大学出版社,2015-2016.[People's Republic of China Ministry of Health. *China health statistics yearbook*. Beijing: China Union Medical University Press,2005-2016.]
- [19] 张桂铭,朱阿兴,杨胜天,等.基于核密度估计的动物生境适宜度制图方法. *生态学报*,2013,33(23):7590-7600.[Zhang Guiming, Zhu Axing, Yang Shengtian et al. Mapping wildlife habitat suitability using kernel density estimation. *Acta Ecologica Sinica*,2013,33(23): 7590-7600.]
- [20] 陈超,马春光.中国大宗商品期货交割库空间布局及影响因素[J]. *地理科学*,2017,37(1):125-129.[Chen Chao, Ma Chunguang. Study of spatial distribution and influence elements of bulk commodity delivery warehouses. *Scientia Geographica Sinica*, 2017,37(1):125-129.]
- [21] Silverman B W. Density estimation for statistics and data analysis[M]. London: Chapman and Hall, 1986:34-72.
- [22] Wand M P, Jones M C. Kernel smoothing[M]. London: Chapman and Hall, 1995:35-48.
- [23] Dagum C. A new approach to the decomposition of the Gini income inequality[J]. *Empirical Economics*,1997,22(4):515-531.
- [24] Mookherjee D, Shorrocks A. A decomposition of analysis of the trend in UK income inequality[J]. *The Economic Journal*,1982, 92(368):886-902.
- [25] 陈利,朱喜钢,李小虎.基于产业结构视角的云南省县域经济差异研究[J]. *地理科学*,2016,36(3):384-392.[Chen Li, Zhu Xigang, Li Xiaohu. Disparities of county economy at Yunnan Province in China base on the perspective of industrial structure. *Scientia Geographica Sinica*,2016, 36(3):384-392.]
- [26] 张子昂,黄震方,曹芳东,等.浙江省县域入境旅游时空跃迁特征及驱动机制[J]. *地理研究*,2016,35(6):1177-1192. [Zhang Ziang, Huang Zhenfang, Cao Fangdong et al. The space-time transition characteristics and its driving mechanism of county-scale inbound tourism in Zhejiang province. *Geography Research*,2016,35(6):1177-1192.]
- [27] 李在军,张雅倩,胡美娟,等.新时期中国经济增长的空间格局[J]. *地理科学*,2016,36(8):1134-1140.[Li Zaijun, Zhang Yaqian, Hu Meijuan et al. Spatial pattern of chinese economic growth at county level in the 21th century. *Scientia Geographica Sinica*, 2016,36(8):1134-1140.]
- [28] 李建新,钟业喜,黄洁,等.21世纪以来京汕低谷带经济发展差异研究[J]. *经济地理*,2015,35(8):10-18.[Li Jianxin, Zhong Yexi, Huang Jie et al. Economic development disparities of Jing-shan economic through belt since 2000. *Economic Geography*,2015, 35(8):10-18.]

## Spatial Equilibrium State and Its Time Evolution of Medical Health Resource Supply Level in China

Ma Zhifei, Yin Shanggang, Qiao Wenyi, Li Zaijun, Wu Qiyang

(Key Laboratory of Virtual Geographic Environment Ministry of Education, Institute of Geographical Science,  
Nanjing Normal University, Nanjing 210023, Jiangsu, China)

**Abstract:** In the context of the national efforts to promote the equalization of medical and health services, to get a correct understanding of the status quo of equalization of medical and health resources and a scientific evaluation of the country to promote the equalization of medical and health services, this article discusses spatial equilibrium of medical and health resources and its time evolution, using the data of 338 cities in China as the research sample, using the medical resources supply level as a measure index of the health service. Based on the methods of kernel density estimation, Gini coefficient and its decomposition and LISA time path analysis, the spatial equilibrium analysis framework of state-region-city domain is constructed, and the spatial equilibrium state of medical and health resources and its temporal evolution are quantitatively described. The results show that: the spatial distribution of medical and health resources is moving towards equilibrium, and the crossed level of medical and health resources is higher between three regions. The high concentration area is mainly maintained in western Xinjiang, Tibet and Sichuan Region, the low and low agglomeration areas are scattered in the provinces such as Henan Province, Jiangxi Province and Guangxi Zhuang Autonomous Region. In particular, there is a concentrated distribution area in the transitional zone between the eastern coast and the central region, the level of medical and health resources supply exists “Beijing-Shantou low belt”, which is an underdeveloped area between two developed areas in Chinese eastern coastal and Beijing-Guangzhou railway, and located in “Beijing-Kowloon line” (Beijing to Jiujiang) and the south extension of the “Jiu Shan line” (Jiujiang to Shantou) along the railway. Compared to economic development of “Beijing-Shantou low belt”, the medical and health resources in “Beijing-Shantou low belt” have a small span between the north and south, and a small east-west span. At the same time, the spatial and temporal path analysis of medical and health resources supply level indicates that the spatial pattern shows a strong stability. The relative length of the time route in the central and eastern regions is relatively small, and the supply level of medical and health resources is relatively slow. In particular, the “Beijing-Shantou Troughs” are basically in the areas with the lowest relative length. Time course curvature is generally small, indicating that the development of medical and health resources supply level has a relatively stable spatial dependence and spatial change direction, that is, strong spatial locking effect. The degree of equalization of medical and health resources has been significantly improved on the national scale, while the supply level of medical and health resources in the region begins to appear. This requires the government to change the support of medical and health services to achieve the full coverage from the basic public health support to the health care services behind the focus of support; at the same time, perfecting the transfer payment system, improving the ability of backward areas to provide medical and health services, and achieve health care resources reasonable allocation in the regions, which is also the connotation of “everyone enjoys basic medical and health services”.

**Key words:** medical and healthy; spatial inequality; government and market