

·医学数据科学·

# 基于熵权-TOPSIS 结合 RSR 法研究 广东省卫生资源配置地区差异性

程子瑄,阮娴静

(广东药科大学医药商学院,广东 广州 510006)

**摘要:**目的 分析广东省卫生资源配置情况。方法 采用卫生资源密度、熵权-TOPSIS 法和秩和比(RSR)法综合探索广东省卫生资源配置公平性。结果 TOPSIS 法评价结果为珠三角地区的城市排名靠前,而粤北地区排名居后 3 位。RSR 法评价结果显示广州、深圳、东莞、佛山的卫生资源配置为优( $P<0.001$ )。结论 广东省卫生资源配置整体较优,但卫生资源配置存在地区差异,需合理布局。

**关键词:**卫生资源配置;熵权-TOPSIS 法;RSR 法;地区差异

中图分类号:R197

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2023.08.003

文章编号:1006-1959(2023)08-0013-05

## Study on the Regional Differences of Health Resource Allocation in Guangdong Province Based on Entropy Weight-TOPSIS Combined with RSR Method

CHENG Zi-xuan,RUAN Xian-jing

(School of Medical Business,Guangdong Pharmaceutical University,Guangzhou 510006,Guangdong,China)

**Abstract: Objective** To analyze the allocation of health resources in Guangdong Province.**Methods** The equity of health resource allocation in Guangdong Province was comprehensively explored by using health resource density, entropy weight-TOPSIS method and rank sum ratio (RSR) method.**Results** The evaluation results of entropy right-TOPSIS method ranked the top cities in the Pearl River Delta region, while the cities in northern Guangdong ranked the bottom three. The RSR method evaluation results showed that health resources allocation in Guangzhou, Shenzhen, Dongguan, Foshan were excellent ( $P<0.001$ ).**Conclusion** The overall allocation of health resources in Guangdong province is excellent, but there are regional differences in the allocation of health resources, so the government needs to rationally plan the layout.

**Key words:** Health resource allocation;Entropy weight TOPSIS method;RSR method;Regional differences

广东省人民政府于 2021 年出台了《广东省国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》,就广东省卫生资源配置方面,该文件明确提出了接下来的工作将围绕医疗卫生资源的均衡布局展开,切实增强其公平性,从而确保广大民众均能在医疗需求方面得到充分的满足<sup>[1]</sup>。公共卫生资源的均衡配置关系到人民健康水平,也是促进我国卫生系统高效运行的重要环节。国家“十四五”规划同样提出,应该坚持确保医疗卫生事业的性质不被偏移,其公益性得到保证,并进一步加深

关于医疗资源扩容以及调整配置达到区域均衡的工作。随着新医改的不断推进,广东省卫生健康事业也得到了蓬勃发展,但仍然会存在卫生资源配置不公平,布局与结构不合理,卫生资源利用率低等问题<sup>[2]</sup>。卫生资源配置是卫生领域持续关注的问题。在既往的研究中,学者往往选择根据泰尔指数对卫生资源配置情况的公平程度进行评价,或根据对基尼系数的计算来进一步绘制出洛伦兹曲线等方面展开研究<sup>[3,4]</sup>。而其中各位学者纳入的指标大体相同,常选择注册护士、卫生技术人员以及职业(助理)医师等作为人力资源指标,而相应的物力资源指标则往往是床位数及医疗机构数<sup>[5,6]</sup>。本文基于卫生资源密度(health resources density index,HRDI)并运用熵权-TOPSIS(Entropy weight TOPSIS)结合秩和比法(rank sum ratio,RSR)分析广东省卫生资源配置情况,以期广东省未来医疗卫生资源的合理布局和区域规划提供建议,进一步保障人民健康,实现“健康广东”。

基金项目:1. 广东省教育科学规划课题(高等教育专项)(编号:2021GXJK332);2. 广东省中医药局中医药科研项目(编号:20222113)

作者简介:程子瑄(1998.9-),女,吉林磐石人,硕士研究生,主要从事药事管理研究

通讯作者:阮娴静(1977.9-),女,湖北襄阳人,博士,教授,硕士生导师,主要从事技术经济研究

## 1 资料与方法

1.1 资料来源 本研究根据《2021 年广东省卫生健康统计年鉴》所统计出的数据,得出广东省及各地市具体的卫生资源情况,其中包括卫生技术人员数、床位数、机构数等,广东省及各地市的人口数及占地面积均来源于《广东统计年鉴》。

### 1.2 研究方法

$$HRDI = \sqrt{\text{每千人口卫生资源量} \times \text{每平方公里卫生资源量}}$$

1.2.2 熵权-TOPSIS 法 熵权-TOPSIS 法结合了熵权法以及 TOPSIS 法两种研究方法;通过前者来计算出各项评价指标具体的权重值,然后利用权重值乘研究对象的指标值再求和算出总值,随后则依据后者进行计算,从而能够得出评价对象的接近  $C$  值,用于判断和衡量评价对象的优劣排序, $C$  值越大则说明该地方卫生资源评价越好,反之则相反<sup>[9-11]</sup>。 $P < 0.001$  说明回归方程有意义。

其具体步骤为:首先构建决策评价矩阵并作归一化处理,构建  $n$  行  $m$  列的评价矩阵,本研究广东省 21 个地市,选取 5 个卫生资源指标,故  $n=21, m=5$ ,  $X_{ij}$  表示第  $i$  个地区第  $j$  项评价指标,且由于选择的 5 项指标均为高优指标,故直接对矩阵进行归一化处理,得到公式:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_{ij}^2}}$$

根据归一化后的数据得到各指标最优值向量  $y_j^+$  和最劣值向量  $y_j^-$ , 得到各地区与最优方案和最劣方案的距离  $D_i^+$  与  $D_i^-$ , 并计算出各地区与最优值得相对接近度  $C$  值,  $C$  值越大说明该地区资源配置越优<sup>[12]</sup>, 公式如下:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (y_j^+ - y_{ij})^2}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (a_{ij}^- - a_{ij})^2}$$

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}, 0 \leq C_i \leq 1$$

1.2.3 秩和比(RSR)法 秩和比法可用于多个指标的综合评价,其广泛应用于医药卫生领域多指标综合评价,是评价卫生资源配置的有效手段。在  $n$  个评价对象  $m$  的指标的矩阵中通过秩转换获得无量纲

1.2.1 卫生资源密度指数 在对卫生资源配置的合理与否进行综合性的评价时,通常不仅要考虑人口因素,还要考虑地理因素,卫生资源密度指数同时将这两个因素纳入考虑,因而能够更加直观且准确的体现出卫生资源配置的综合水平<sup>[7,8]</sup>。选取卫生技术人员、执业(助理)医师、注册护士作为人力资源指标,医疗机构数和床位数作为物力资源指标,其计算公式为:

统计量 RSR, 并研究其分布,用 RSR 值对评价对象的优劣进行分档<sup>[13-15]</sup>。 $P < 0.001$  说明分档结果有统计学意义。

## 2 结果

2.1 卫生资源密度指数 由对整体面积与人口数量进行综合性分析的结果可知,韶关、河源、江门、清远、云浮这些地区在医疗卫生资源的 HRDI 值方面明显在全省平均水平之下,而广州、深圳、佛山、东莞、中山、汕头这些地区则明显在全省平均水平之上。与全省平均水平相看,物力资源的分布较人力资源的分布更加公平,人力资源主要集中在珠三角部分地区及粤东部分地区,见表 1。

表 1 2020 年广东省各地市卫生资源密度指数

地区	机构数	床位数	卫生技术人员	执业(助理)医师	注册护士
深圳	0.8832	8.4590	17.9437	7.1889	7.8022
广州	0.4702	8.6111	15.0664	5.2806	6.9881
东莞	0.6216	6.6452	11.6133	4.2985	5.5089
珠海	0.4684	5.4339	10.0236	3.8823	4.5650
佛山	0.3798	6.4131	10.1472	3.6494	4.6842
汕头	0.5169	5.7599	8.1222	3.3171	3.4965
中山	0.3826	5.6789	9.3574	3.4960	4.3417
揭阳	0.5740	4.2186	4.9610	2.0419	2.3018
茂名	0.5025	4.3959	4.4015	1.7048	2.0068
惠州	0.3838	2.7931	4.8893	1.9897	2.1109
潮州	0.8091	3.2060	4.1792	1.7371	1.4747
江门	0.2535	3.7524	5.5290	1.7828	2.4906
湛江	0.3674	4.3404	4.6065	1.6474	2.0445
阳江	0.3942	3.6946	3.9246	1.3245	1.9094
汕尾	0.4468	3.5531	3.3776	1.4761	1.3450
肇庆	0.4072	2.6075	3.3906	1.2020	1.5139
云浮	0.3261	2.6249	3.7816	1.2949	1.5234
梅州	0.3791	2.6690	3.5156	1.3147	1.4357
韶关	0.2983	2.7497	3.3386	1.1336	1.6571
河源	0.3061	2.9016	3.1956	1.0430	1.3695
清远	0.2960	2.4088	2.9950	1.1015	1.3476

2.2 广东省卫生资源熵权-TOPSIS 分析 对上述数据进行熵权法处理,从分析结果来看,执业(助理)医师、注册护士以及卫生技术人员代表的人力资源权重大于机构数、床位数代表的物力资源权重,可见人力资源集聚水平对广东省卫生资源的影响较大,见表 2。通过熵权-TOPSIS 法对 2020 年广东省卫生资源配置综合评价可知,珠三角地区内,深圳、广州、东莞以及佛山排名靠前,而处于粤北的清远、河源以及韶关居于后 3 位,其卫生资源配置也相对较为不足。总体来看广东省各地区之间卫生资源配置仍存在地区差异性,见表 3。

2.3 结合 RSR 对熵权-TOPSIS 排序结果分档 根据熵权-TOPSIS 法中的  $C_i$  值,计算出 RSR 值,并进行分档研究。以 Probit 为自变量  $x$ ,RSR 分布值为因变量  $y$ ,计算得出回归方程  $y=-0.9554+0.290x$ ,回归系数检验统计量  $t=23.683, P<0.001$ ,说明该回归方程

有意义; $F=560.889, P<0.001$ ,说明自变量 Probit 与因变量有线性回归关系,见表 4。

2.4 RSR 分档结果 在最佳分档原则的基础上,借助合理分档数表可对广东省 21 地市的具体卫生资源配置情况进行科学性划分,大体上分为好、中、差 3 档。其中,广州、深圳、东莞、佛山卫生资源配置水平较高,归为第 3 档即优档,韶关、河源、清远卫生资源配置水平较低归为第 1 档即差档,其他城市卫生资源配置水平居为中档,见表 5。优质卫生资源集中在珠三角地区并以广州、深圳为核心向外辐射,分档中一档城市均为粤北地区,说明粤北地区卫生资源配置水平有所欠缺。通过对该结果的方差齐性检验可以得出统计量值为 0.926,  $P=0.414$ ,差异无统计学意义,表明该分档结果满足方差齐性;三组间  $F=29.041, P<0.001$ ,说明分档结果有统计学意义。

表 2 广东省各项卫生资源指标信息熵和熵权

指标	医疗机构	床位	卫生技术人员	执业(助理)医师	注册护士
信息熵	0.9819	0.9706	0.9398	0.9368	0.9360
熵权(%)	7.71	12.50	25.61	26.92	27.26

表 3 广东省各地市卫生资源熵权-TOPSIS 分析结果及排序情况

排序	地区	正理想解距离 D	负理想解距离 D-	相对接近度 C	排序	地区	正理想解距离 D	负理想解距离 D-	相对接近度 C
1	深圳	0.019	4.629	0.996	12	茂名	4.184	0.495	0.106
2	广州	0.926	3.759	0.802	13	潮州	4.312	0.342	0.073
3	东莞	1.92	2.726	0.587	14	阳江	4.343	0.315	0.068
4	佛山	2.386	2.261	0.487	15	云浮	4.444	0.19	0.041
5	珠海	2.417	2.217	0.478	16	汕尾	4.485	0.19	0.041
6	中山	2.617	2.022	0.436	17	梅州	4.477	0.162	0.035
7	汕头	2.986	1.659	0.357	18	肇庆	4.489	0.147	0.032
8	揭阳	3.98	0.67	0.144	19	韶关	4.52	0.124	0.027
9	江门	3.979	0.66	0.142	20	河源	4.586	0.081	0.017
10	惠州	4.097	0.536	0.116	21	清远	4.623	0.021	0.005
11	湛江	4.144	0.528	0.113					

表 4 2020 年广东省 21 个地市卫生资源 RSR 值和分布等级

地区	RSR 分布值	RSR 排名	RSR <sub>i</sub>	Probit 值	等级	地区	RSR 分布值	RSR 排名	RSR <sub>i</sub>	Probit 值	等级
深圳	1	1	1.15	7.26	优	茂名	0.476	12	0.477	4.94	中
广州	0.952	2	0.978	6.668	优	潮州	0.429	13	0.442	4.82	中
东莞	0.905	3	0.874	6.309	优	阳江	0.381	14	0.407	4.697	中
佛山	0.857	4	0.804	6.068	优	汕尾	0.310	15	0.35	4.503	中
珠海	0.810	5	0.749	5.876	中	云浮	0.310	15	0.35	4.503	中
中山	0.762	6	0.701	5.712	中	梅州	0.238	17	0.288	4.288	中
汕头	0.714	7	0.659	5.566	中	肇庆	0.190	18	0.241	4.124	中
揭阳	0.667	8	0.619	5.431	中	韶关	0.143	19	0.185	3.932	差
江门	0.619	9	0.582	5.303	中	河源	0.095	20	0.115	3.691	差
惠州	0.571	10	0.547	5.18	中	清远	0.048	21	0.011	3.332	差
湛江	0.524	11	0.512	5.06	中						

表 5 RSR 分档结果

档次	Px	Probit	RSR	分档结果
第 1 档	<15.866	<4	<0.205	韶关、河源、清远
第 2 档	15.866 ~	4 ~	0.205 ~	汕头、珠海、中山、揭阳、茂名、 惠州、潮州、江门、湛江、阳江、 汕尾、肇庆、梅州、云浮
第 3 档	84.134 ~	6 ~	0.784 ~	广州、深圳、东莞、佛山

### 3 讨论与建议

3.1 医疗卫生资源配置存在地区差异 从秩和比法分档结果可以看出,广州市及其周边城市医疗卫生资源配置水平明显高于其他城市,医疗卫生机构及医疗卫生人力资源均集中在珠三角等经济比较发达的地区,而粤北的卫生资源相对匮乏。不同地区经济水平的差异、医疗卫生事业发展空间差异、激励机制的匮乏等以上因素共同导致医疗卫生资源配置情况不够均衡的问题<sup>[16]</sup>。我国在卫生资源配置方面主要以每千人口拥有量为指标,忽视了地理面积配置的重要性<sup>[17]</sup>,从而导致人口密集、经济发达的广州、深圳等珠三角城市得到更加密集的医疗卫生资源。医疗卫生资源依照地理进行配置并不能达到均衡,服务半径较大就会导致人口相对较少的地区就医困难,公民就医的可及性差,从而造成了不同地区人民健康的差异。医疗卫生资源分配不均衡一直是我国卫生领域的重要问题,这也造成了很多异地就医,增加了人民的就医负担,同时也影响了分级诊疗的推进,降低医疗资源的利用效率,影响了公共卫生产品的公平性。

3.2 卫生人力资源具有重要影响 从熵值法的分析结果中可知,代表卫生人力资源的执业(助理)医师、注册护士以及卫生技术人员代表的人力资源权重大于机构数、床位数代表的物力资源权重,说明卫生人力资源在卫生资源配置中占有重要影响。从卫生资源密度指数结果可知,物力资源的分布较人力资源的分布更加公平,人力资源主要集中在珠三角部分地区及粤东部分地区。广东省医疗卫生硬性条件在逐步完善,但医疗卫生从业者可能受地区经济差异、薪酬差距、上升空间等因素影响更倾向在条件优越的地区发展<sup>[18]</sup>。同时,广州市、深圳市等地区又拥有很多高等学府,可以为该地区培养更多优质的卫生技术人才。这些综合因素造成了经济较不发达地区医疗卫生人力资源的短缺和医疗卫生人力资源的配置不均衡问题。

3.3 加强区域医疗资源均衡发展,合理规划布局 进一步强化人民就医可及性与医疗卫生资源配置均衡性,就首先要均衡各个不同区域在医疗卫生资源配置这方面的差距。政府部门在规划卫生资源布局时,可针对卫生资源本身的地理公平性与人群可及性两方面进行考察,并在对包括经济条件、服务半径、地理环境以及社会发展等在内的各种因素展开深入而综合的考虑后,以此为基础,合理规划布局,从而确保卫生资源配置情况的科学性与公平性得以表现出来。对医疗资源相对匮乏的地域加强优质医疗卫生资源的配置,引导卫生人力资源向基层医疗单位倾斜,加强基层卫生人力资源的激励补偿机制,提高基层优质医疗服务的建设,加强粤东、粤北、粤西地区各级医疗卫生资源配置,逐步缓解区域医疗卫生资源分布的不均衡性。进一步使卫生事业能够健康顺利地发展,使人民的健康医疗需求得到满足,从而全面提升广东省卫生资源配置的科学性与公平性。

3.4 注重人才培养,加强各地区卫生人力资源建设 卫生人力资源在卫生资源中占有重要地位,加强卫生人才的培养和引进尤为重要。医疗卫生技术人员的培养需要逐步推进,对于卫生技术人员的培养需要建立科学合理的培养方式,加强卫生技术人员数量和合理配置,需要建立起卫生技术人员相关的培养、发展和激励的培养及引进制度,促进广东省卫生人力资源的均衡发展。积极建设医疗卫生人才引进机制,建立人才激励机制,同时完善医疗技术人员培养和继续教育机制,不断提高医务人员医疗技术水平,提升医院医疗服务质量水平。加强对医药学生的培养和引进,通过优质的培养方案,合理的薪资和晋升空间,引导医药学生到本地就业,引导医疗人力资源合理流动。

### 参考文献:

- [1]广东省人民政府.广东省人民政府关于印发《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的通知 [EB/OL].[http://www.gd.gov.cn/zwgk/wjk/qbwj/yf/content/post\\_3268751.html](http://www.gd.gov.cn/zwgk/wjk/qbwj/yf/content/post_3268751.html),2021-04-25/2022-07-01.
- [2]雷鹏,冯志昕,丁荆妮,等.中国医疗资源配置与服务利用现状评价[J].卫生经济研究,2019,36(5):50-55.
- [3]李勇,杨方娜.基于基尼系数实证分析我国医疗卫生资源配置公平性[J].中国药物评价,2021,38(2):104-110.
- [4]黄丹丹,吴绍棠,梁晓晖.2012-2018 年我国公共卫生人员配置公平性[J].中国卫生资源,2021,24(6):761-766.

(下转第 29 页)

(上接第 16 页)

[5]杨明兴,谭超,陈郁,等.基于基尼系数和区位熵的西藏地区医疗资源配置公平性研究[J].中国卫生经济,2021,40(3):40-42.

[6]尚钊,李跃平,戴悦.2010-2019 年福建省卫生资源配置现状与公平性研究[J].福建医科大学学报(社会科学版),2021,22(5):13-17,90.

[7]何思长,杨长皓,应嘉川,等.基于资源分布视角的新医改前后四川省卫生资源配置研究[J].中国卫生经济,2019,38(4):44-46.

[8]周兆菲,杨淑娟,高博,等.区域视角下四川省基层卫生人力资源配置现状及差异性研究[J].预防医学情报杂志,2022,38(4):538-543.

[9]宋佳,范成鑫,艾旭峰,等.基于熵权-TOPSIS 结合 RSR 法的山东省卫生资源配置地区性差异研究[J].现代预防医学,2022,49(3):456-460.

[10]成慧,卢凌,叶珍珍,等.基于熵权 TOPSIS 法评估江西省 2016—2020 年农村人居环境卫生质量[J].中国农村卫生事业管理,2022,42(5):370-374.

[11]阮智慧,时孝春,钱爱兵.基于熵权 TOPSIS-RSR 法的江苏省公立三级甲等中医院医疗服务评价研究[J].中国医疗管理科学,2022,12(2):17-23.

[12]张怡青,王高玲.基于熵权-TOPSIS 法的我国基层医疗卫生机构服务能力差异性分析[J].中国卫生事业管理,2018,35(7):509-512.

[13]张娜娜,邹新花.基于秩和比法的丽水市卫生资源配置现状研究[J].中医药管理杂志,2021,29(20):6-8.

[14]徐艳艳,苏杨,杨美霞,等.熵权 TOPSIS 法结合 RSR 法在中医药卫生资源配置综合评价中的应用[J].医学信息,2019,32(11):130-133,137.

[15]梁媛,夏晓琼.基于秩和比法的深圳市卫生资源配置现状分析[J].中国医院统计,2021,28(4):357-359,364.

[16]杨林,李思贇.城乡医疗资源非均衡配置的影响因素与改进[J].经济学动态,2016(9):57-68.

[17]杨洁,庞震苗,徐庆锋,等.基于集聚度和地理信息系统研究广东省中医药卫生资源公平性[J].实用医学杂志,2022,38(2):222-227.

[18]梁建军,邹小明,阮晨昕,等.基于加权秩和比法评价广东省公共卫生资源配置[J].现代预防医学,2021,48(23):4307-4311.

收稿日期:2022-07-06;修回日期:2022-07-14

编辑/肖婷婷