

国谈抗肿瘤药配备机构的空间可达性评价研究

——以武汉市为例

杨赐然^{1,2*} 潘杰^{3,4} 毛宗福^{1,2} 刘韵绪^{1,2} 王瑞^{1,2} 罗银^{1,2} 崔丹^{1,2}

1. 武汉大学公共卫生学院 湖北武汉 430071
2. 武汉大学全球健康研究中心 湖北武汉 430071
3. 四川大学华西公共卫生学院 四川成都 610041
4. 四川大学健康城市发展研究中心 四川成都 610041

【摘要】目的:本研究旨在评估武汉市中心城区国谈抗肿瘤药配备机构的空间可达性水平,为优化药物供应与配置提供经验证据。方法:以武汉市为例,采用基于高斯衰减函数的两步移动搜索法(2-Step Floating Catchment Area, 2SFCA)评估研究区域内各个需求单元在不同交通出行方式下的国谈抗肿瘤药配备机构的可达性,同时运用空间自相关分析和 K-means 聚类分析识别需求单元可达性的分布态势和分类模式。结果:在驾车或公交出行的情况下,武汉市中心城区各需求单元的配药定点机构的可达性呈现出明显的空间分异特征。江汉区、汉阳区等可达性水平较高且均衡,而青山区和洪山区可达性水平较低且内部存在明显分层。此外,各需求单元呈现显著正相关空间分布,区域内高值集聚与分区内部分化现象并存。结论:武汉市中心城区配药机构可达性整体较高,但存在从核心城区向边缘城区递减的趋势;多数辖区的可达性良好且较为均衡,但少数辖区的可达性较差且存在明显的内部等级分层。

【关键词】国谈抗肿瘤药; 配备机构; 空间可达性; 两步移动搜索法

中图分类号:R197 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1674-2982.2023.08.008

Spatial accessibility of dispensing institutions of national negotiated antineoplastic drugs: A case study of Wuhan, China

YANG Ci-ran^{1,2}, PAN Jie^{3,4}, MAO Zong-fu^{1,2}, LIU Yun-xu^{1,2}, WANG Rui^{1,2}, LUO Yin^{1,2}, CUI Dan^{1,2}

1. School of Public Health, Wuhan University, Wuhan Hubei 430071, China
2. Global Health Institute, Wuhan University, Wuhan Hubei 430071, China
3. West China School of Public Health, Sichuan University, Chengdu Sichuan 610041, China
4. Institute for Healthy Cities and West China Research Center for Rural Health Development, Sichuan University, Chengdu Sichuan 610041, China

【Abstract】 Objective: This study aims to evaluate the spatial accessibility (SA) level of Dispensing Institutions of National Negotiated Antineoplastic Drugs (DINNAD) in the central urban area of Wuhan and provide empirical evidence for optimizing drug supply and allocation. Methods: Taking Wuhan as an example, the study adopts the Gaussian based 2-Step Floating Catchment Area (2SFCA) method to evaluate the SA of DINNAD in different modes of transportation for each demand unit in the study area, and to identify SA distribution patterns and classification modes for demand units with Spatial autocorrelation analysis and K-means cluster analysis. Results: In the case of driving or public transportation, the SA of the designated medical institutions for dispensing in each demand unit in

* 基金项目: 比尔及梅琳达·盖茨基金会项目(OOP1148464; OPP1199760)

作者简介: 杨赐然(1998年—),男,硕士研究生,主要研究方向为健康经济学和健康地理学。E-mail: yangciran@whu.edu.cn

通讯作者: 崔丹。E-mail: cuidan@whu.edu.cn

the central urban area of Wuhan presents obvious spatial differentiation. A higher SA level is reached in Jiangnan District and Hanyang District with a fair balance, while a lower SA level is noticed in Qingshan District and Hongshan District, with an obvious internal stratification. In addition, demand units exhibit a significant positive correlation in spatial distribution patterns together with high-value aggregation and intra-zone differentiation phenomena. Conclusion: The overall SA level of DINNAD in the central urban area of Wuhan is relatively high overall, but there is a trend of decreasing from the core urban area to the peripheral urban areas. The SA in most administrative areas is good and relatively balanced, but a few administrative areas have poor accessibility and obvious internal hierarchical stratification.

【Key words】 Negotiated antineoplastic drugs (NADs); Dispensing Institutions of NADs; Spatial accessibility; 2-step floating catchment area (2SFCA) method

癌症作为一种严重威胁人类生命健康的恶性疾病,是延长预期寿命的重要障碍,已成为全球性的重大公共卫生问题。中国作为世界上最大的发展中国家,随着经济社会快速发展和人口老龄化加剧,面临着更为紧迫和严峻的癌症防治形势。^[1]近年来,中国在全球癌症新发病例和癌症死亡病例数据排行中均居于高位。^[2]最新评估报告指出,2022年中国大约有超过480万的癌症新发病例和超过320万的癌症死亡病例^[3],并且高昂的治疗费用给患者和医疗保障系统带来了极为沉重的经济负担和负面冲击^[4]。

为破解这一难题,提高包括抗肿瘤药物等在内的一系列专利创新药及独家原研药的可负担性和可及性,中国政府在2015年启动了国家医保药品价格谈判(简称“国谈”)工作,以进一步确定纳入国家医保目录中的药品支付价格标准。^[5]相关研究指出,经过价格谈判,进入国家医保目录的抗肿瘤药品(简称“国谈抗肿瘤药”)的价格明显下降,显著减轻了患者的经济负担。^[4, 6-7]为进一步提升抗肿瘤等类别国谈药的可及性水平,2021年4月,国家医疗保障局、国家卫生健康委员会联合印发《关于建立完善国家医保谈判药品“双通道”管理机制的指导意见》,提出在定点医疗机构之外,增设定点零售药店作为国谈抗肿瘤药的第二购药渠道,执行与定点医疗机构相同的医保报销待遇,以更好的满足患者的合理用药需求。

不难看出,国谈政策先是有力地压缩了国谈抗肿瘤药的价格空间,同时借助有关的政策工具在继续强化医疗机构首要供应责任的基础上将社会零售药店作为重要供给主体。前者在较大程度上提升了患者的经济可得性,而后者则拓展了患者的空

间可得性。作为国谈抗肿瘤药可得性的两种重要构面,经济可得性已经得到了学术界和政策界的大量关注;相比之下,其空间可得性(在本研究语境下,亦可称为“空间可达性”)却几乎无人问津,这也成为当前医疗卫生资源配置领域研究的明显缺憾。因此,本研究以武汉市为例,以区域内配备《国家基本医疗保险、工伤保险和生育保险药品目录(2021年)》(简称“医保目录”)所划分的国谈抗肿瘤药的配备机构(简称“配药机构”)作为研究对象,借助空间视角的科学量化评价方法,评估和测量研究区域内各需求单元的配药机构可达性水平和空间分布情况。

1 资料与方法

1.1 研究区域

研究区域为武汉市,武汉市下辖共计13个行政区和6个功能区,本文的主要研究区域为其中心城区,包括江岸区、江汉区、硚口区、汉阳区、武昌区、青山区和洪山区。

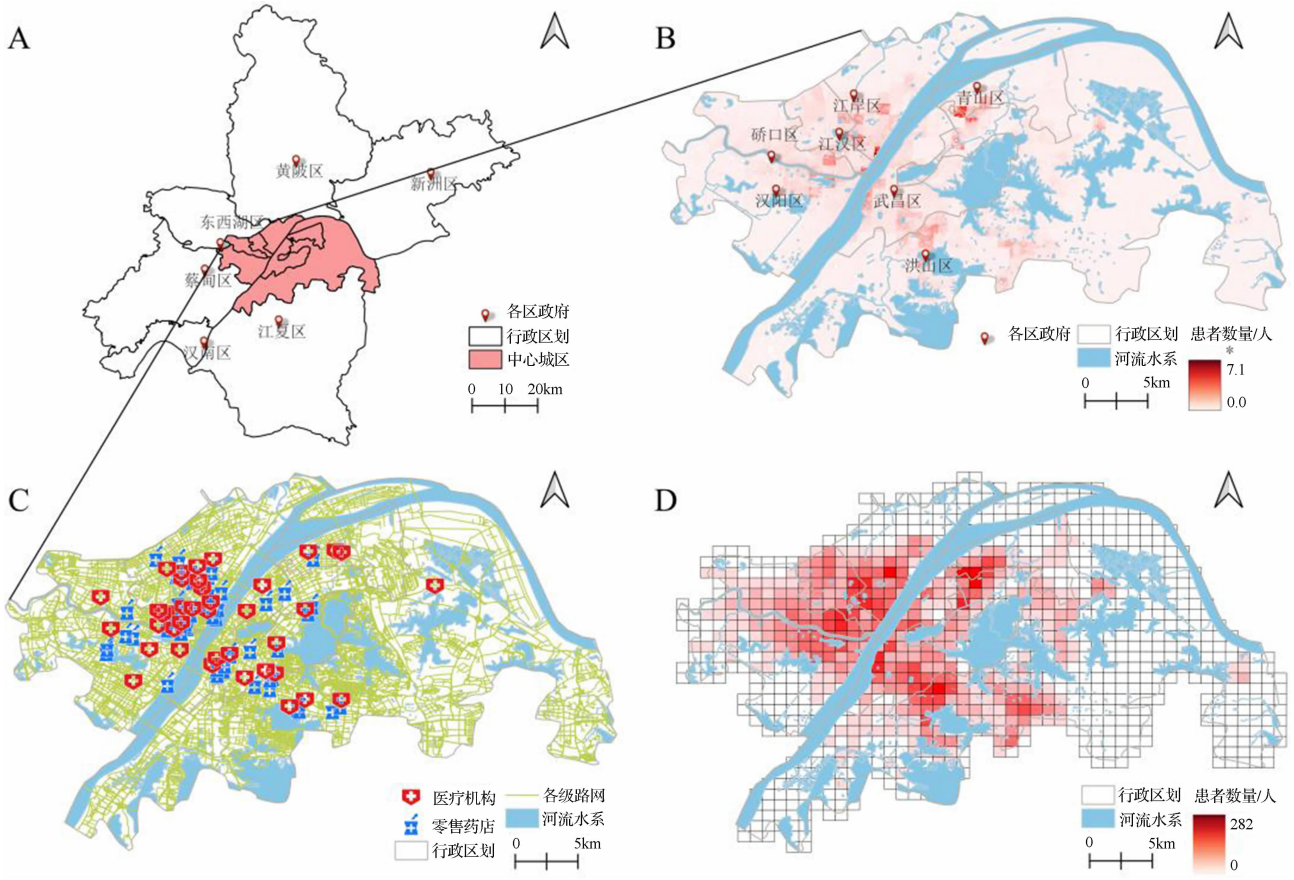
1.2 数据来源

1.2.1 供给点数据

本研究的供给点单位为配药机构,包含定点医疗机构和定点零售药店两类。武汉市中心城区的具体配药机构名单及其配备的抗肿瘤药物品种数量均来源于中国国家医保服务平台官网(<https://fuwu.nhsa.gov.cn/nationalHallSt/#/home>)。经整理,共获得42个定点医疗机构(含不同院区)和69个定点零售药店的相关信息。其中,配药机构经纬度地理坐标同时借助高德地图Web服务API(Application Programming Interface)(<https://lbs.amap.com/>)和高

德地图坐标拾取器 (<https://lbs.amap.com/tools/picker>) 请求和解析数据, 并对二者返回的数据加以比对, 误差超过一定阈值时重新进行人工检索。度

量配药机构的国谈抗肿瘤药供给能力的价格信息主要来自 2021 年医保目录中的支付标准数据和各省份的官方药械集中采购平台。



注: 图 1A 为武汉市中心城区区位图; 图 1B 为修正后的潜在患者分布图; 图 1C 为各级路网布局图; 图 1D 为 1km × 1km 渔网需求单元。

图 1 研究区概况

1.2.2 需求点数据

需求点的潜在需求水平由 WorldPop 网站 (<https://hub.worldpop.org/>) 提供的最新 2020 年 100m 分辨率开源人口分布栅格数据所表征。该数据是基于随机森林的 dasymetric 再分配方法所做出的人口分布预测, 具有精度较高且较易获取的特点, 适合本研究需求。我们根据第七次全国人口普查的武汉市分区数据对人口栅格数据进行修正, 同时结合湖北省癌症防治中心于 2022 年公布的最新的全省肿瘤登记地区恶性肿瘤发病率数据进行估算, 最后借助 ArcGIS 软件, 创建 1km × 1km 的渔网, 合并小单元人口栅格, 构建武汉市中心城区潜在肿瘤患病人群的空间分布预测数据集。此外, 我们以需求点的几何质心即 1km × 1km 的渔网中心点计算经纬度坐标。

1.2.3 OD 成本数据

根据供给点和需求点的经纬度坐标信息, 我们通过高德地图路径规划 API 测算始发地和目的地 (Origin-Destination, OD) 两点之间的交通出行距离, 作为对供给点和需求点通行成本的度量。考虑到潜在的需求群体为体质较为虚弱的肿瘤患者, 且一般需求单元距离供给单元存在较长的通行距离, 并且一般不会仅在最邻近的配药机构获取服务, 因此我们仅采用最为常用的驾车路径规划 API 和公交路径规划 API 测算了两种交通方式的出行距离, 并将患者的空间搜索阈值设置为所有中心城区供需点之间的最长路网极限距离, 而将步行、骑行等交通出行方式排除在外。

1.2.4 其他数据

本研究所使用的武汉市行政区划数据主要来自

全国地理信息资源目录服务系统 (<https://www.webmap.cn/>), 路网数据来自 OpenStreetMap 的开源 GIS 矢量数据集 (<https://www.openstreetmap.org/>), 包括高速公路、国道、省道、县道以及城市快速路、主干道、次干路、支路等信息。

1.3 研究方法

1.3.1 基于高斯函数的两步移动搜索法

两步移动搜索法 (2-Step Floating Catchment Area, 2SFCA) 可以同时考虑医药服务供给侧和需求侧两个方面的作用因素, 以此计算搜索阈值范围内的供需比例, 其可以较为全面和客观地测量医药服务可达性, 具有较强的适用性和操作性。^[8-11] 该方法的主要计算思路可分为两步:

第一步, 以配药机构 j 为中心, 以人们前往配药机构的路网极限距离 d_0 为搜索半径建立搜索域 j , 搜索供给阈值 d_0 范围内的所有需求点 k (本文的最小需求单元为 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 渔网), 并汇总相应的域内人口数量 D_k , 以此计算 j 点的供给规模 S_j 和 k 点的需求规模 D_k 的供需比 R_j :

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in |d_{kj} \leq d_0|} D_k} \quad (1)$$

第二步, 以需求点 i 为中心, 搜索阈值 d_0 范围内的所有供应点 j , 将搜索到的所有 j 点的供需比累加, 即得到 i 点的国谈药配备医药机构的可达性评分 A_i :

$$A_i = \sum_{j \in |d_{ij} \leq d_0|} R_j = \sum_{j \in |d_{ij} \leq d_0|} \frac{S_j}{\sum_{k \in |d_{kj} \leq d_0|} D_k} \quad (2)$$

至此, 传统两步移动搜索法的展开思路和计算过程已经得到明确, 但进一步来看, 此种方法也存在一定的内生缺陷, 即未能考虑距离衰减作用和不同配药机构服务能力差异对患者就医购药行为选择的影响。为弥补方法学上的第一个共性不足, 有学者提出应该在原有算法上引入距离衰减“惩罚项”, 即在形式上对 2SFCA 的搜索半径部分乘上距离衰减函数, 其一般形式为^[12-13]:

$$A_i = \sum_{j \in |d_{ij} \leq d_0|} \frac{S_j f(d_{ij})}{\sum_{k \in |d_{kj} \leq d_0|, k=1}^m D_k f(d_{kj})}, \quad f(d_{ij}) = \begin{cases} g(d_{ij}), & d_{ij} \leq d_0 \\ 0, & d_{ij} > d_0 \end{cases} \quad (3)$$

式中, $f(d_{ij})$ 为一般的距离衰减函数形式, 当其处于搜索半径之内时为 $g(d_{ij})$, 超过搜索半径时则为常数 0。本研究选择高斯函数作为 2SFCA 搜索半径

内的距离衰减函数, 其暗含的意义在于, 配药机构的可达性衰减速率呈现出一个随距离的增加先边际递增而后边际递减过程, 具体形式为:

$$g(d_{ij}) = G(d_{ij}) = \frac{e^{-\frac{1}{2} \times (\frac{d_{ij}}{d_0})^2} - e^{-\frac{1}{2}}}{1 - e^{-\frac{1}{2}}}, d_{ij} \leq d_0 \quad (4)$$

即在高斯衰减函数的基础上, 式(2)可以改写为:

$$A_i^G = \sum_{j \in |d_{ij} \leq d_0|} G(d_{ij}) R_j \quad (5)$$

此外, 针对配药机构中的定点医疗机构的分析中, 如果单一沿用前述改进后的 2SFCA 依旧还存在一定的适用性风险, 即不同配药机构的服务供给能力存在差异, 特别是在药物储存运输、使用指导和患者随访评估等方面高水平配药机构更具优势, 对使用患者的吸纳能力较强。基于此, 有必要再对 2SFCA 算法进行特定优化, 即在算法中另外增加对应配药机构权重因子项 W_j :

$$A_i^{GW} = \sum_{j \in |d_{ij} \leq d_0|} G(d_{ij}) R_j W_j, W_j = \sum_l P_{jl} \quad (6)$$

式中, P_{jl} 为第 j 个配药机构配备的第 l 种抗肿瘤药物的医保支付价格, 如果有多个规格的价格信息, 则对这些多规格价格取平均值; 经过加权计算后的最终结果即为配药机构的可达性指数。

1.3.2 空间自相关分析

本研究主要使用全局莫兰指数 I (Global Morans'I) 来测量研究区域内配药机构空间可达性的关联性和分布特征。我们对渔网的属性数据进行了标准化处理之后, 使用如下全局 Morans'I 的计算公式开展分析:

$$I^G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (7)$$

式中, Y_i 和 Y_j 分别表示 i 和 j 需求单元的配药机构可达性指数, n 为地区总数, W_{ij} 为空间邻接矩阵。如果地区 i 与地区 j 相邻, 则 $W = 1$, 否则为 0, 特定地区预期自身的邻近关系为 0。Morans'I 的值为 $[-1, 1]$, 一定的统计学显著性水平上的正(负)值表示邻近的两个地区之间具有空间正(负)相关性, 绝对值越大表明相关性越强, 即相邻地区具有更高的属性相似度; 而绝对值越小则表明这种相关性越弱, 即邻近地区之间的差异越大, 整体呈离散分布状态。

1.3.3 K-means 聚类分析

K-means 聚类分析是一种迭代求解算法,其主要目的是将具有相似特征的数据进行归类,以便揭示数据中的隐含结构。在本研究中,我们采用 K-means 聚类分析方法来探讨研究区域内配药机构的可达性及其与供需组合模式的关联。通过从供应、需求和交通等方面深入了解可达性差异的根本原因,能够有助于在各个空间单元中找出主要影响可达性的限制性因素。在进行聚类分析时,主要考虑了以下几个指标:需求单元的配药机构可达性指数、潜在需求人口数量以及以需求单元为起点到各个配药机构的平均 OD 成本。这些指标综合反映了研究区域内配药机构的可达性状况、现实供给和潜在需求情况,为进一步的分析提供有力支持。为确保分析的准确性和可比性,在进行聚类之前,对所有指标进行了标准化处理。

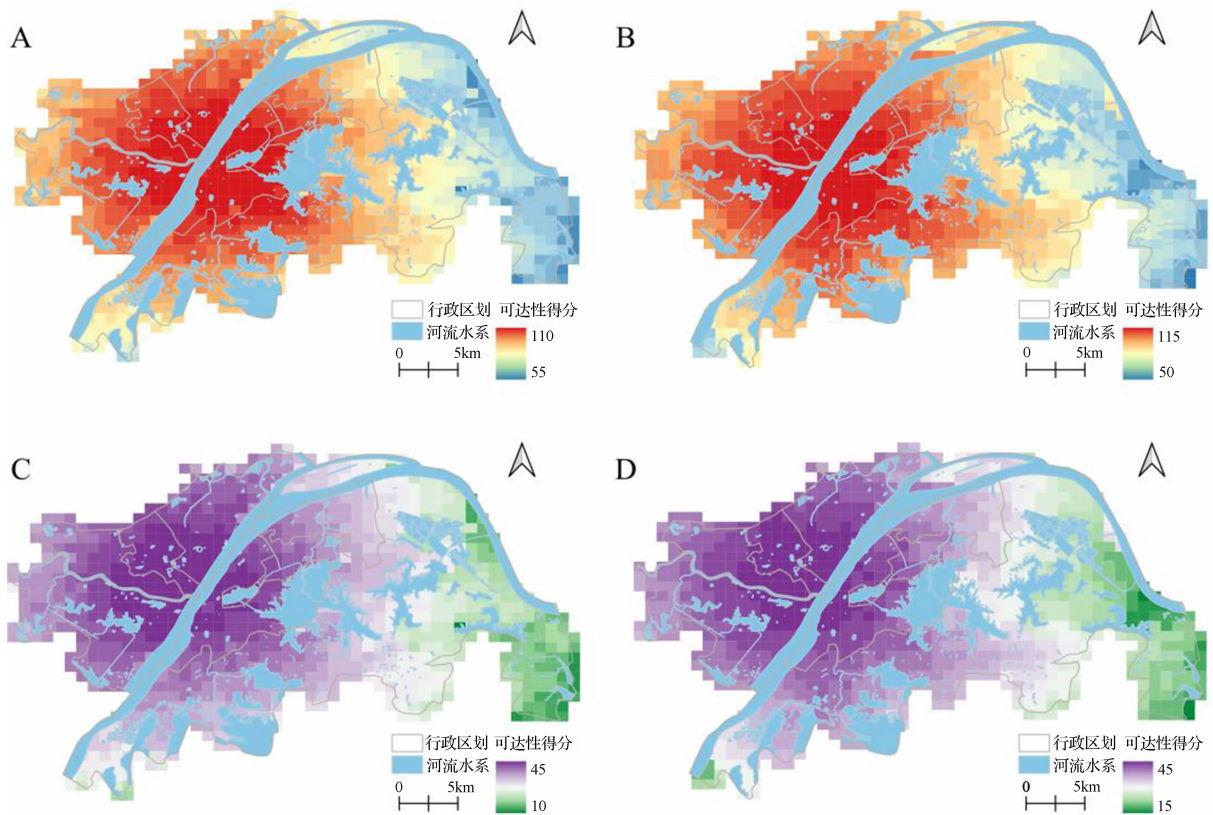
1.3.4 软件实现

本研究采用 ArcGIS 10.8 和 QGIS 3.28 地理信息系统软件对地理空间数据加以处理、分析和可视化呈现。在 K-means 聚类分析时,选用 Python 3.10 编程语言,并借助于其中的 scikit-learn 库展开测算。

2 结果

2.1 整体可达性评价结果

如图 2 所示,武汉市中心城区中西部区域需求单元的可达性明显要高于东部区域,大体上呈现出由一环线向二环线、三环线圈层递减的分布模式。在驾车或者公交出行的情况下,武汉市中心城区各个需求单元的配药定点医疗机构的可达性评价结果的平均值分别为 97.625 (SD = 10.040) 和 97.068 (SD = 11.040),配药定点零售药店的可达性评价结果的平均值分别为 36.792 (SD = 4.972) 和 35.972 (SD = 5.665),具有较为明显的空间分异特征。我们借助自然间断点方法将评价结果划分为很好、较好、一般、较差、很差五等级。以驾车情景为例,共有 671 个需求单元的配药定点医疗机构的可达性处于较好水平之上,占总需求单元的 65.2%;而有 615 个需求单元的配药定点零售药店达到同样的层次,占总需求单元的 59.7%;从两种配药机构来看,可达性不佳的需求单元数量占比在 17.8% ~ 20.2%。公交出行情景下的两种配药机构的可达性评价结果总体与前者类似(表 1)。



注:图 2A 为驾车出行下的定点医疗机构可达性情况;图 2B 为公交出行下的定点医疗机构可达性情况;图 2C 为驾车出行下的定点零售药店可达性情况;图 2D 为公交出行下的定点零售药店可达性情况。

图 2 可达性测算结果

表1 不同出行方式下的配药机构可达性评价结果

评价场景	得分等级区间	栅格个数	占比(%)
定点医疗机构 自驾车路径	[103.395,109.499]	379	36.8
	[96.328,103.395)	292	28.3
	[87.813,96.328)	176	17.1
	[78.622,87.813)	115	11.2
定点医疗机构 公共交通路径	[54.517,78.622)	68	6.6
	[104.211,110.282]	345	33.5
	[96.852,104.211)	281	27.3
	[87.636,96.852)	196	19.0
定点零售药店 自驾车路径	[77.056,87.636)	136	13.2
	[52.645,77.056)	72	7.0
	[39.877,42.447]	362	35.1
	[36.839,39.877)	253	24.6
定点零售药店 公共交通路径	[32.921,36.839)	209	20.3
	[27.718,32.921)	126	12.2
	[14.088,27.718)	80	7.8
	[39.365,42.453]	393	38.2
公共交通路径	[35.443,39.365)	246	23.9
	[30.535,35.443)	207	20.1
	[24.927,30.535)	128	12.4
	[15.067,24.927)	56	5.4

注:基于自然间断点方法的可达性评价结果等级区间划分,从高到低各个等级区间依次为很好、较好、一般、较差、很差。

2.2 分区可达性评价结果

根据各区可达性的描述性统计结果(表2),江汉区、武昌区、硚口区、汉阳区和江岸区的配药机构可达性明显较好,而青山区和洪山区的可达性排名则靠后。具体而言,江汉区在四种评价场景中,辖区内所有需求单元的配药机构可达性指数均超过武汉市中心城区的总体平均水平,平均可达性均为最高,分别达到了107.074~107.510和41.956~41.962;并且,在同种评价场景的横向比较中的标准差最小,分别仅为1.576~1.681和0.362~0.395,表明其区域内的可达性均等化水平最好。相比之下,排名最后的洪山区,其辖区内需求单元的定点医疗机构和定点零售药店的平均可达性水平仅有92.885~93.885和33.498~34.636,对应的标准差则高于其他行政区,说明其辖区内部的可达性较低且存在明显的分化,均等化水平最差。

表2 各区不同出行方式下的配药机构可达性评价描述性统计结果

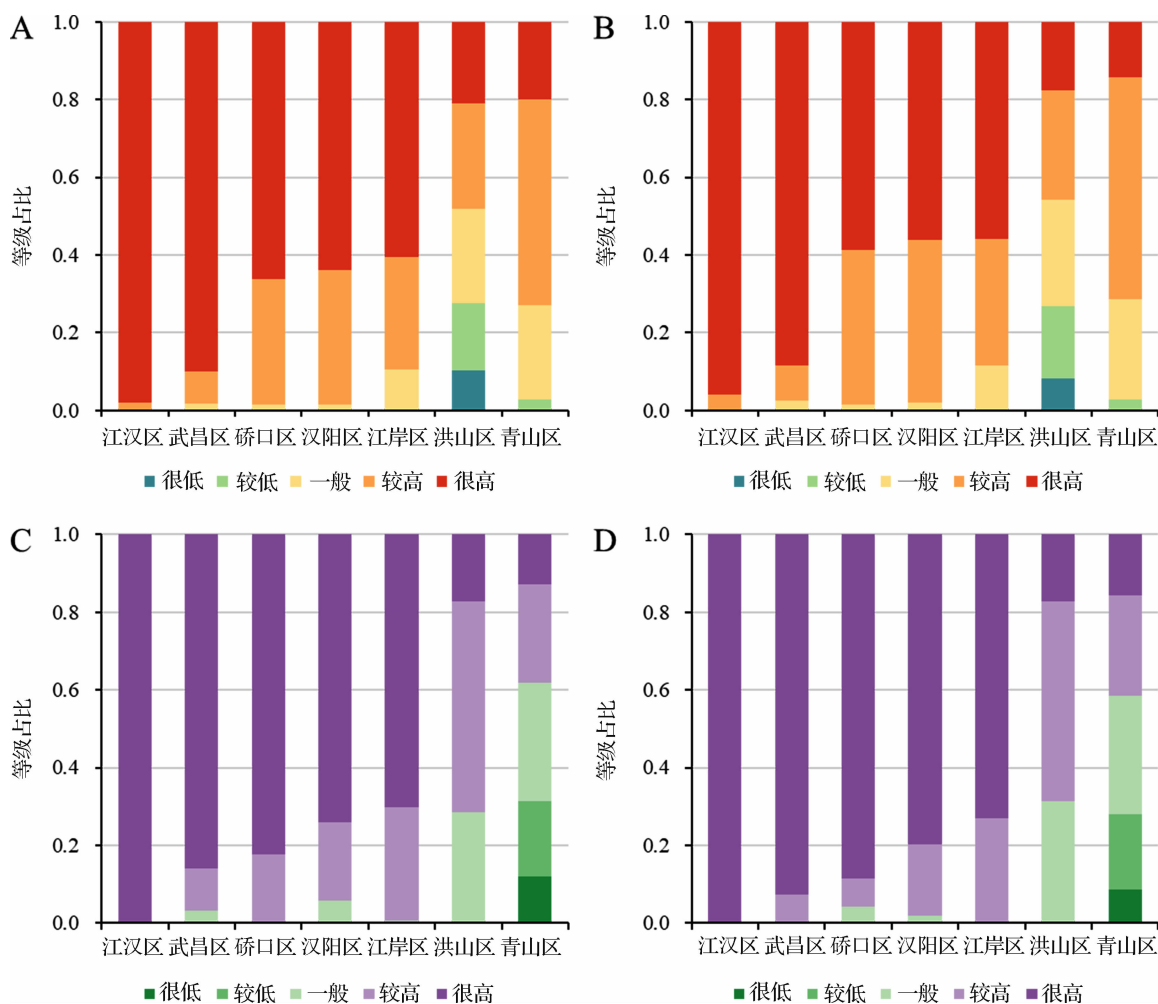
行政区划	评价场景	区内均值	标准差	最小值	最大值	超总体均值占比(%)
江岸区	D to H	103.600	4.741	90.047	109.242	87.5
	T to H	103.762	5.041	85.774	109.975	88.5
	D to P	40.595	1.753	35.181	42.414	94.2
	T to P	40.454	1.788	33.319	42.453	98.1

续表2 各区不同出行方式下的配药机构可达性评价描述性统计结果

行政区划	评价场景	区内均值	标准差	最小值	最大值	超总体均值占比(%)
江汉区	D to H	107.074	1.576	103.001	109.220	100.0
	T to H	107.510	1.681	104.176	109.975	100.0
	D to P	41.956	0.395	40.671	42.447	100.0
	T to P	41.962	0.362	41.189	42.453	100.0
硚口区	D to H	104.529	3.332	95.587	109.157	98.5
	T to H	104.618	3.646	97.573	109.902	100.0
	D to P	41.089	1.094	38.152	42.447	100.0
	T to P	41.084	1.045	38.881	42.417	100.0
汉阳区	D to H	104.224	3.519	89.294	109.430	97.2
	T to H	104.701	3.490	93.380	110.045	98.6
	D to P	40.587	1.261	34.969	42.379	99.3
	T to P	40.339	1.286	36.523	42.333	100.0
武昌区	D to H	106.920	3.106	94.020	109.499	97.5
	T to H	107.222	3.678	89.728	110.282	96.7
	D to P	40.880	1.401	35.095	42.371	96.7
	T to P	40.453	1.952	31.597	42.337	95.9
青山区	D to H	98.755	4.895	87.324	106.143	62.9
	T to H	98.141	4.930	85.933	106.362	57.1
	D to P	37.909	1.762	34.281	40.920	71.4
	T to P	36.759	2.337	31.145	41.020	61.4
洪山区	D to H	93.885	10.438	54.517	109.499	43.5
	T to H	92.885	11.451	52.645	110.071	42.0
	D to P	34.636	4.926	14.088	42.182	38.7
	T to P	33.498	5.595	15.067	41.927	40.2

注:D to H表示驾车出行前往定点医疗机构情景;T to H表示公交出行前往定点医疗机构情景;D to P表示驾车出行前往定点零售药店情景;T to P表示公交出行前往定点零售药店情景。下表同。

此部分沿用基于自然间断点的武汉市中心城区总体可达性五等级划分数值界限,对各区可达性等级加以归类。从驾车情景下的测算结果等级分布情况来看(图3),各区需求单元处于配药定点医疗机构较高可达性水平及以上的占比排名依次为江汉区(100.0%)、汉阳区(98.6%)、硚口区(98.5%)、武昌区(98.3%)、江岸区(89.4%)、青山区(72.9%)、洪山区(48.2%);而在配药定点零售药店方面,各区的具体排名依次为江汉区(100.0%)、硚口区(100.0%)、汉阳区(99.3%)、武昌区(96.7%)、江岸区(95.2%)、青山区(71.4%)、洪山区(38.7%)。从图3亦可以看出,江汉区、汉阳区等内部等级分化程度低,而青山区和洪山区内部等级分化程度高,特别是洪山区的需求单元在各等级区间内均有分布,这印证了前述的推断。



注:图3A为驾车出行下的各区定点医疗机构可达性等级分布;图3B为公交出行下的各区定点医疗机构可达性等级分布;图3C为驾车出行下的各区定点零售药店可达性等级分布;图3D为公交出行下的各区定点零售药店可达性等级分布。

图3 分区可达性等级分布

2.3 空间自相关分析结果

表3展示了4种情景下的各需求单元的可达性评价空间自相关检验结果。在这4种情景中, Moran's *I* 均十分接近于1,表明存在高度明显的空间聚类模式,同时也发现,在驾车出行情景下的 Moran's *I* 和 Z-score 相比公共交通出行情景下的数值有所降低,表明前者需求单元的配药机构可达性分布会更为均匀,而后者需求单元的可达性分布可能会出现较大的差异。

表3 配药机构可达性分布模式的空间自相关性检验结果

评价场景	Moran's <i>I</i>	Z-score	P-value	分布模式
D to H	0.944	35.980	≤0.001	Clustered
T to H	0.963	36.684	≤0.001	Clustered
D to P	0.951	36.257	≤0.001	Clustered
T to P	0.970	36.946	≤0.001	Clustered

2.4 K-means 聚类分析结果

表4显示了K-means聚类结果,其对应的空间分

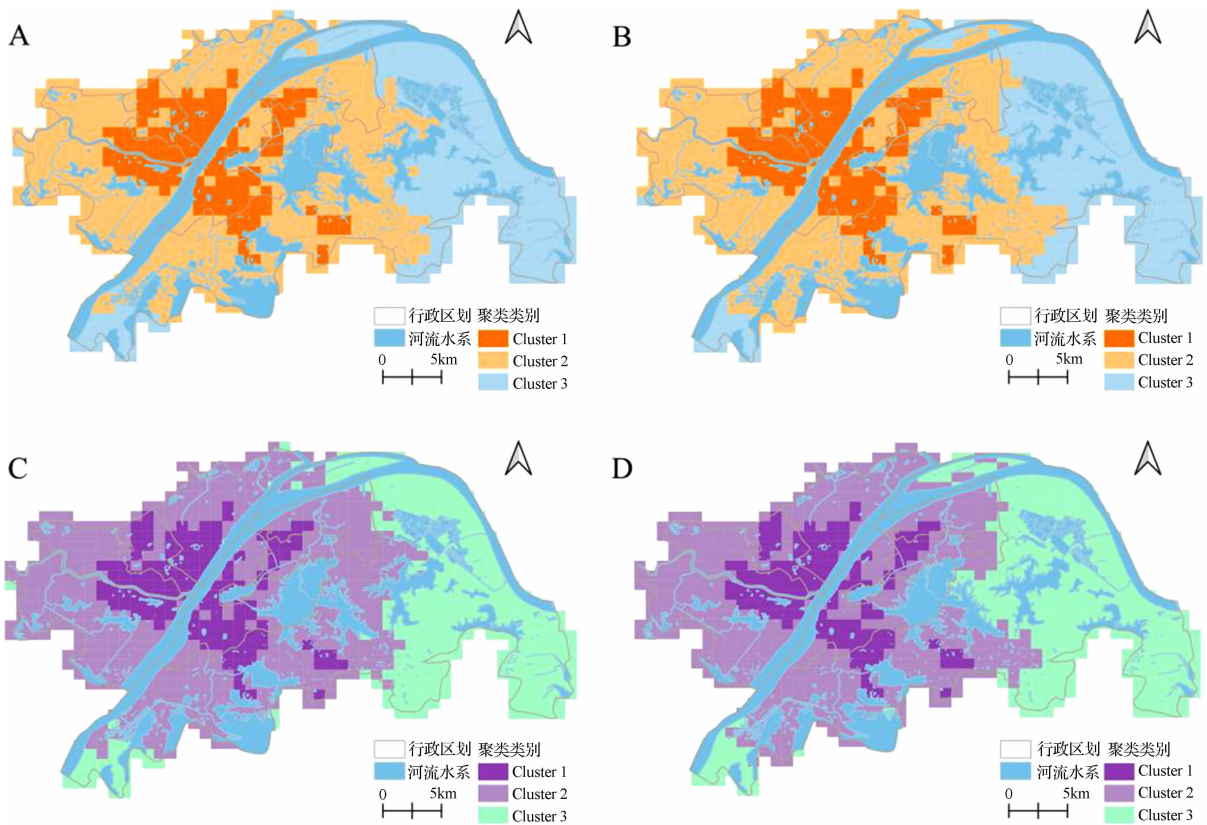
布情况如图4所示。根据各项指标的聚类中心数值所在的三分位数区间,可以将武汉市中心城区的配药定点医疗机构和配药定点零售药店的可达性及其供需状况划分为3种类型:高需求低成本高可达性区域、中需求中成本中可达性区域(或高需求中成本中可达性区域)、中需求高成本低可达性区域。

无论是使用何种出行方式,配药定点医疗机构和配药定点零售药店的高需求低成本高可达性区域基本上分布在武汉市中心城区二环线以内及其附近、东湖的西北部区域(青山区与洪山区交界处)、东南部小范围区域,需求单元个数分别为148~150个和131~140个;中需求高成本低可达性区域主要集中在武汉市中心城区的东部以及西南行政边界处,需求单元个数分别为306~309个和328~357个;各需求单元的配药定点医疗机构的中需求中成本中可达性区域与配药定点零售药店的高需求中成本中可达性区域面积较大并且二者的耦合性同样较高,需

求单元个数分别达到了 571 ~ 576 个和 542 ~ 562 个。比公交情景下的范围明显更大。此外,经过比较发现驾车情景下前两种分布类型相

表 4 配药机构可达性及其影响因子最终聚类中心

评价场景	聚类类别	渔网个数	可达性	需求人口	平均 OD
D to H	高需求低成本高可达性	148	0.977	2.037	-1.179
	中需求中成本中可达性	576	0.443	-0.239	-0.370
	中需求高成本低可达性	306	-1.307	-0.536	1.267
T to H	高需求低成本高可达性	150	0.972	2.020	-1.143
	中需求中成本中可达性	571	0.450	-0.254	-0.385
	中需求高成本低可达性	309	-1.304	-0.510	1.266
D to P	高需求低成本高可达性	140	0.938	2.105	-1.172
	高需求中成本中可达性	562	0.477	-0.212	-0.421
	中需求高成本低可达性	328	-1.218	-0.536	1.221
T to P	高需求低成本高可达性	131	0.936	2.194	-1.150
	高需求中成本中可达性	542	0.543	-0.213	-0.496
	中需求高成本低可达性	357	-1.168	-0.481	1.175



注:图 4A 为驾车出行下的定点医疗机构可达性 K-means 聚类分布;图 4B 为公交出行下的定点医疗机构可达性 K-means 聚类分布;图 4C 为驾车出行下的定点零售药店可达性 K-means 聚类分布;图 4D 为公交出行下的定点零售药店可达性 K-means 聚类分布。

图 4 各需求单元可达性 K-means 聚类分布

3 讨论

3.1 空间可达性模型在评估药物配置方面具有应用潜力

目前,药物的经济可负担性往往成为研究者所关注的重点,其空间可达性却未能给予应有的关注。

本研究以武汉市中心城区为研究区域,针对 2021 年医保目录中所涉及的国谈抗肿瘤药的配药机构的空间布局进行分析,以链接估算需求患者数量的 1km × 1km 渔网表征对国谈抗肿瘤药的潜在需求水平,采用经过改进的 2SFCA 开展可达性评价,并通过使用空间自相关分析和 K-means 聚类分析进一步识别

了具体的区域分布模式和类型归属,所获得的一系列发现能够为优化国谈抗肿瘤药的区域配置提供有益思考。从方法学上讲,空间可达性模型能够科学评估研究区域内特定医疗资源与目标人群之间的供需关系。该方法可以为药物经济学和健康地理学研究提供有益借鉴。

3.2 武汉市中心城区配药机构可达性总体评估情况分析

抗肿瘤药物价格高昂一直是限制中国内地医疗机构的配备动力以及广大患者的使用意愿和数量的主要因素之一。^[6, 14]自 2015 年起,原卫生部开始探索和组织药品价格谈判,以减轻患者沉重的治疗负担,并释放了抗肿瘤药物的市场需求。^[4, 15]同时,伴随着 2021 年国谈药“双通道”管理政策的扩散和推广,各省份的定点医疗机构和定点零售药店可以同时面向患者提供国谈抗肿瘤药,使其空间可及性得到显著提升。整体而言,在武汉市中心城区,配药机构的可达性呈现出明显的圈层扩散形态,其中中西部可达性明显高于东部。原因在于中西部是武汉城市传统核心区域,人口密度和潜在需求水平明显高于其他区域,该处也集中了大量的优质医疗资源,诸多较高水平的定点医疗机构和资质良好的定点零售药店分布于此,加之完善的基础设施和健全的交通网络能够极大缩小患者的出行成本,使得该区域的可达性水平远高于东部等城市边缘区域。

将武汉市中心城区的整体可达性结果分解到各个具体的辖区后可以发现,不同辖区内部的可达性等级分布不尽相同。无论是采取何种出行方式,江汉区、汉阳区等的可达性水平较高且内部的可达性分化程度较低,而青山区和洪山区的可达性水平较低且内部存在明显的分层现象。洪山区东部较为靠近山区,地形起伏较大,人口密度较低,路网也比其他辖区更为稀疏,大片区域除仅有的 1 个配备国谈抗肿瘤药的定点医疗机构外,尚未有设置其他相应的定点医疗机构和定点零售药店,这使得具有潜在需求的人群不得不前往医疗资源集中的中西部区域寻求就医和购药服务,大大降低了该地区需求点的配药机构可达性。同时,研究还发现,驾车出行和公交出行情景下,配药定点医疗机构和配药定点零售药店的可达性评价结果具有相似的空间分布特征。然而,在驾车出行情景下的可达性相对较好,这可能与私家车出行具有更高的出行灵活性、更短的出行时间和更低的出行成本有关。此外,公共交通出行情景下的可达性分布可能受到公交线路和站点布局

的影响,这使得部分需求单元的可达性出现了较大差异。^[16]

3.3 配药机构可达性的空间分布模式及其供需关系组合

本研究的空间自相关分析结果表明,武汉市中心城区配药定点医疗机构和配药定点零售药店的可达性具有显著正相关的空间分布模式,区域内高值集聚与分区内部分化现象并存。同时,K-means 聚类分析将武汉市中心城区的配药定点医疗机构和配药定点零售药店的可达性及其供需状况之间的关系模式分别划分为三类。配药定点医疗机构和配药定点零售药店的高需求低成本高可达性区域范围较小,中需求高成本低可达性区域范围较大,而中需求中成本中可达性区域或高需求中成本中可达性区域的范围最大,这些分类结果与武汉市中心城区全域可达性评价结果具有较高的耦合度。根据所划分的关系模式,应着重关注中需求高成本低可达性区域,该类区域配药机构数量十分有限,人口密度低且交通条件差,各方面发展水平处于相对落后的状态,未来随着潜在需求人口的增加,该区域势必会面临更为严峻的配药机构可达性提升压力。

4 建议

4.1 完善和落实国谈药“双通道”管理机制

持续推进国家医保谈判工作和完善国谈药“双通道”管理机制是提高抗肿瘤国谈药可获得性的基础性手段。一般而言,国谈抗肿瘤药的配备和使用对于医疗卫生机构的等级水平和服务能力有着更高的要求,需要有力压实定点医疗机构的谈判药品配备主体责任,鼓励其因时因势、适度适量地增加抗肿瘤药物的供给,特别是对于一些需求量较大、对医疗机构配备和使用无过多特殊要求的药品可以更多借助低等级或基层医疗机构延伸供给链条。同时,需要发挥定点零售药店分布广泛、市场化程度高、服务灵活的优势,遴选资质合规、管理规范、信誉良好的定点零售药店作为国谈抗肿瘤药供给的重要补充渠道,扩大定点零售药店的分布范围,按照便民、利民的原则推进配药机构布局的科学化和合理化,满足不同区域患者的就医和购药需求。

4.2 优化城市交通基础设施以提升通行效率

城市交通基础设施的优化在增强患者对抗肿瘤药物的获取能力方面发挥着重要作用。一套高效、连贯且覆盖广泛的交通系统,能大大降低患者前往

配药机构的时间和空间成本,从而提高抗肿瘤药物的空间可达性。需要进一步完善城市基础设施建设,形成多样化、互补性强的城市交通系统,特别是进一步优化公共交通,增强其延展性和连通性。尤其对于那些偏远、人口稀少的地区,提高公共交通的运行效率、覆盖范围和使用便利性,将有助于显著减少患者就医和购药的通行距离和时间成本。

4.3 提升全民健康水平以减少潜在药物需求

政府部门和社会各界需要重视公众健康教育,强化医学知识和保健知识宣传,引导公众形成自我“健康第一责任人”的观念和健康规律的生活方式。同时,提升健康体检和筛查的覆盖率,有助于个体早期发现和处理潜在的健康问题。通过这些综合手段,控制和降低肿瘤的全人群患病率,进一步增强全民体质,从而减少对抗肿瘤药物的需求。

5 研究局限性

一方面,本研究用于表征人口需求的数据来自开源的预测数据集,即使经过了两次修正,但与真实世界中的武汉市中心城区需求人口数量势必有所误差;另一方面,由于具体地划分各肿瘤病种及测量对应的人口分布情况在当前现有技术手段上存在高度的困难,所以本研究仅利用单一化的口径将配药机构所配备的所有病种的抗肿瘤药物作为其供给能力的测量,未能做到进一步的精细化处理。

作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参 考 文 献

[1] Wei W Q, Zeng H M, Zheng R S, et al. Cancer registration in China and its role in cancer prevention and control [J]. *Lancet Oncol*, 2020, 21(7): E342-E349.

[2] Qiu H B, Cao S M, Xu R H. Cancer incidence, mortality, and burden in China: a time-trend analysis and comparison with the United States and United Kingdom based on the global epidemiological data released in 2020 [J]. *Cancer Commun*, 2021, 41(10): 1037-1048.

[3] Xia C F, Dong X S, Li H, et al. Cancer statistics in China and United States, 2022: profiles, trends, and determinants [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2022, 135(5): 584-590.

[4] Zhang Y C, Wushouer H, Han S, et al. The impacts of government reimbursement negotiation on targeted anticancer medication price, volume and spending in China [J]. *BMJ Glob Health*, 2021, 6(7): 11.

[5] Tang M, Song P, He J. Progress on drug pricing negotiations in China [J]. *Bioscience Trends*, 2019, 13(6): 464-68.

[6] Zhang Y C, Wei Y X, Li H Q Y, et al. Prices and Clinical Benefit of National Price-Negotiated Anticancer Medicines in China [J]. *Pharmacoeconomics*, 2022, 40(7): 715-724.

[7] 刘辉, 鄢玉杭, 蒋倩. 国家谈判药品“双通道”管理模式及实践探析 [J]. *中华医院管理杂志*, 2022, 38(9): 651-656.

[8] Luo W, Wang F H. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region [J]. *Environ Plan B-Plan Des*, 2003, 30(6): 865-884.

[9] Guagliardo M F. Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges [J]. *International journal of health geographics*, 2004, 3(1): 1-13.

[10] Mohammadi A, Mollalo A, Bergquist R, et al. Measuring COVID-19 vaccination coverage: an enhanced age-adjusted two-step floating catchment area model [J]. *Infect Dis Poverty*, 2021, 10(1): 13.

[11] Bryant J, Delamater P L. Examination of spatial accessibility at micro-and macro-levels using the enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method [J]. *Ann GIS*, 2019, 25(3): 219-229.

[12] Wang F H. Measurement, Optimization, and Impact of Health Care Accessibility: A Methodological Review [J]. *Ann Assoc Am Geogr*, 2012, 102(5): 1104-1112.

[13] Hu S J, Song W, Li C G, et al. A multi-mode Gaussian-based two-step floating catchment area method for measuring accessibility of urban parks [J]. *Cities*, 2020, 105: 10.

[14] Luo X, Du X, Huang L, et al. The price, efficacy, and safety of within-class targeted anticancer medicines between domestic and imported drugs in China: a comparative analysis [J]. *The Lancet Regional Health-Western Pacific*, 2023, 32.

[15] Huang C, Ung C O L, Wushouer H, et al. Trends of Negotiated Targeted Anticancer Medicines Use in China: An Interrupted Time Series Analysis [J]. *International Journal of Health Policy and Management (IJHPM)*, 2021, 47.

[16] Stentzel U, Piegsa J, Fredrich D, et al. Accessibility of general practitioners and selected specialist physicians by car and by public transport in a rural region of Germany [J]. *BMC Health Serv Res*, 2016, 16: 10.

[收稿日期:2023-05-05 修回日期:2023-06-27]

(编辑 薛云)