

基于改进的两步移动搜索法的山区 医疗服务空间可达性 ——以重庆市石柱县为例

邓丽¹, 邵景安^{1,2*}, 郭跃^{1,2}, 徐新良³

(1. 重庆师范大学地理与旅游学院, 重庆 400047; 2. 三峡库区地表过程与环境遥感重庆市重点实验室, 重庆 400047; 3. 资源与环境信息系统国家重点实验室, 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要:针对贫困山区医疗资源短缺、分布不均衡、服务能力差等问题,以重庆市石柱县为例,基于自然村尺度,采用改进的两步移动搜索法,从供需角度分析研究区医疗服务空间可达性特征。设置不同的时间阻抗进行敏感性分析,探究可达性变化规律。通过对石柱县医疗资源空间布局的均衡性评价,为山区未来医疗布局的合理规划与医疗标准的配备提供决策依据。结果表明:①石柱县整体医疗服务可达性差,低于重庆市平均水平。②县域医疗资源布局不均衡,空间差异明显。高值区主要集中在方斗山中低山区和黄水镇,低值区主要集中在南部中山区,两极分异明显。③医院的规模、级别,道路的等级、疏密对可达性有一定的影响;靠近县城的乡镇、路网密集的地方可达性一般较好。④随着出行阻抗的增大,医疗服务的可达性随之变好,边缘乡镇的可达性随之变差,可达性值变化幅度减缓,医疗服务空间可达性分异变小;医疗资源配备充足的乡镇,随着时间阻抗增加,对周边乡镇可达性的影响增强。

关键词:贫困山区;医疗服务;改进的两步移动搜索法;空间可达性;敏感性;重庆

1 引言

近年来,中国医疗卫生事业进行了大规模的改革,发展迅速。整体而言,医疗卫生基础设施逐步完善,医疗保健体系也日趋成熟;但是,由于区域自身发展的差异,区域之间医疗卫生事业的发展存在很大的差异(吴建军等, 2008)。中国农村人口占全国总人口的71%,而卫生资源却只占20%(卫生部等, 2006)。中国广大山区,由于地形复杂、交通不便、发展落后等原因,医疗卫生事业存在的问题更为严重。医疗资源是公共基础服务设施的重要组成部分,合理配置医疗资源,提高其利用效率,是居民公平享受医疗服务的关键。但城市和乡村医疗服务可获得性差别悬殊的现象日益凸显,医疗服务

可达性已经成为制约社会公平的重要问题之一(McGrail et al, 2009)。医疗资源空间布局的合理性及公平性可以通过可达性来衡量。

可达性(accessibility)表示由一点到达另一点的方便程度(Johnston, 2004),可分为四种类型:显性空间可达性、显性非空间可达性、隐性空间可达性、隐性非空间可达性(王法辉, 2009)。空间可达性关注可达性的空间属性(刘贤腾, 2007)。本文研究的空间可达性为隐性空间可达性,即针对存在供需点之间的距离屏障,分析服务消费的可能性。医疗服务空间可达性是通过医疗资源(供给)与居住人口(需求)空间分布差异性的研究,评估区域内居民点就医的便捷程度。关于医疗服务的空间可达性研究,国内研究较晚,近年才开始逐步深入探讨。如

收稿日期:2014-10;修订日期:2015-02。

基金项目:国家自然科学基金重大国际合作项目(41161140352);教育部人文社科青年基金项目(10YJCZH122);高分辨率对地观测系统重大专项(No.00-Y30B15-9001-14/16)。

作者简介:邓丽(1990-),女,湖北黄冈人,硕士生,主要从事资源环境与城乡规划研究,E-mail: 1013664311@qq.com。

通讯作者:邵景安(1976-),男,安徽亳州人,博士,研究员,主要从事土地利用与生态过程研究,E-mail: shao_ja2003@sohu.com。

引用格式:邓丽,邵景安,郭跃,等. 2015. 基于改进的两步移动搜索法的山区医疗服务空间可达性:以重庆市石柱县为例[J]. 地理科学进展, 34(6): 716-725. [Deng L, Shao J A, Guo Y, et al. 2015. Spatial accessibility of medical services in mountainous regions based on modified two-step floating catchment area method: a case study of Shizhu County, Chongqing[J]. Progress in Geography, 34(6): 716-725.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2015.06.007

王远飞(2006)利用GIS中的Voronoi多边形方法研究了上海浦东新区的医疗服务可达性;宋正娜等(2010)基于改进的潜能模型,对江苏省如东县的医疗服务可达性进行评价,并有效地判定了缺医地区;刘钊等(2007)应用两步移动搜索法,分析了北京市城八区就医空间的可达性,显示了两步移动搜寻法在评价医疗服务空间可达性方面的优势。关于这方面研究,国外起步较早。Bertakis等(2000)认为,居民享受卫生服务的可能性受种族、社会阶层、性别、年龄和收入等情况的影响;Gornick(2003)提出,相较于妇女、少数民族和低收入者等健康状况较差的群体,社会经济地位较高、健康状况较好的人群能享受更多、更全面的医疗服务。医疗服务空间可达性量化模型包括比例模型、最近距离模型、机会积累模型、引力模型和改进的引力模型以及两步移动搜寻法等。由于考虑到供给和需求两个方面,引力模型和两步移动搜索法在近年的研究中应用较为成熟。两步移动搜索法计算方便、直观,可实现性强;引力模型计算复杂,不够直观,且对可达性较差地区的结果有夸大趋势(Meyer, 2012; Wang, 2006)。因此,本文选择两步移动搜索法度量医疗服务空间可达性。

以重庆市石柱县为例,在实地调研中,地图上直线距离很短的两地常常因高山阻隔,行程中花费较多时间;而对当地某些村的村民而言,高山阻隔、山路崎岖、离行政村较远等因素,使得他们平时只能通过每月一次的集市活动来获取一些生活必需品和就医治疗服务。针对山区这种特殊情况,本文利用GIS技术,加入交通和地形影响因素,以时间成本作为衡量指标,定量地对医疗资源的可达性进行分析;针对现有医疗点的服务与需求情况,评价现有医疗资源空间布局的合理性,旨在为解决山区医疗资源合理分配、缓解医疗资源分配不公等问题提供重要参考,让山区居民享受公平的医疗服务。

2 数据与方法

2.1 研究区概况

石柱县位于重庆市东部长江南岸,地理坐标为 $107^{\circ}59' \sim 108^{\circ}34'E$, $29^{\circ}39' \sim 30^{\circ}32'N$,系三峡库区淹没县,隶属国家连片特困区——武陵山区,同时也是国家重点扶贫县。县域东西长56.2 km,南北宽98.3 km,土地总面积3012.24 km²。石柱县海拔介

于119~2000 m之间,以中、低山为主,占县域总面积的93.8%,6.2%为丘陵区。山地沿北东—南西走向,近似平行纵贯全县,形成“两山一槽一坝”的格局(图1)。截至2012年底,全县共辖18个镇、14个乡、229个村,总户数13.4万,总人口54.45万(图2)。石柱县已形成由县、乡镇、村三级医疗卫生机构组成的医疗服务体系,并依据各自的职能,向居民提供医疗服务。近年来,县内许多医疗点被废弃的同时,也新建了一些医疗点,还有一些医疗点在规划建设中。基于实际调查问卷统计,目前县内共有医疗点286个,医务人员654人。

2.2 数据来源

2014年4月,调研组12人先后2次对石柱县进行实地调查,通过走访各乡镇行政中心及农户,发放问卷,收集所需信息。其中村级尺度问卷229份,有效问卷224份,有效率97.8%;农户尺度问卷217份,有效率100%。在实际调研中,由于三星乡山路崎岖、交通不便、村与村之间距离远等因素,收集的数据不齐全,因此不采用此乡镇问卷的信息,故实际调研只包含31个乡镇,224个村的相关数据。

本文所用数据主要包括基础数据和实地调研数据。基础数据包括:来源于石柱县林业局1:1万的分幅地形图;DEM(30 m分辨率)从中国西部数据中心获取;石柱县国土局提供的县级行政区划图,1:1万县级、村级界线图,1:1万道路图;此外,县统计部门还提供了石柱县2002-2012年农经报表数据。实地调研收集的原始数据包括:医疗点信息,包括石柱县县级、乡镇级、村级现有医疗点位置、个数、规模、医务人员数、医务人员兼业情况,居民到医疗点的最长、最短时间,就医出行方式等;人口数据,包括村人口数、外出务工人员数、留守人员数、村行政中心位置等。

2.3 数据处理

(1) 医疗点数据处理

将调研中获取的医疗点位置标注于1:1万分幅地形图上,用ArcGIS 9.3软件建立医疗点要素图层,将收集的医疗点信息添加到图层的属性表中。

(2) 居民点数据处理

用ArcGIS 9.3软件建立居民点要素图层,将收集的居民点信息添加到图层的属性表中,居民点中心由各村行政中心来代替。

(3) 空间路网数据处理

研究区特殊的地理环境,使得医疗服务空间可

达性受道路影响较大,所以对空间路网数据的要求更为严格。由于石柱县1:1万道路图只包含有等外公路、村级公路、便道等信息,数据并不齐全。因此

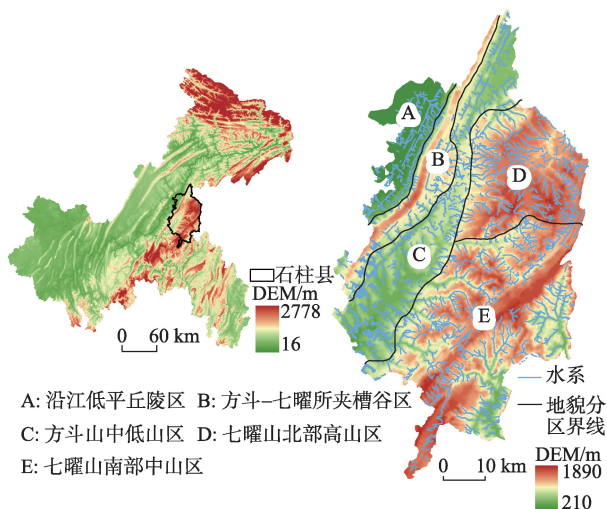


图1 石柱县位置和地形分区
Fig.1 Location and topography of Shizhu County, Chongqing Municipality, China

在 Google 上下载石柱县 2011 年的电子地图,将电子地图矢量化,提取不同等级道路的信息,结合石柱县 1:1 万道路图,建立包含国道、省道、县道、乡道、高速公路、村级公路、等外公路、现存便道等较为完善的空间路网图层,参考等效国道长度换算建议表(刘斌涛等, 2011),并结合山区实际情况,对不同等级道路通行速度属性进行赋值,将高速公路时速设为(80 km/h)、省道(40 km/h)、县道(30 km/h)、乡道(20 km/h)、村道(10 km/h)、便道(5 km/h)(图3)。基于此图层,构建空间路网网络数据集。

2.4 研究方法

2.4.1 两步移动搜索法

在评价空间可达性中,应用较为成熟的两步移动搜索法(two-step floating catchment area method),即 2SFCA(Radke et al, 2000)充分考虑到供给和需求两个方面,比早期的移动搜索法更为完善。该方法因先后以供给和需求两地为中心,进行两次移动搜索而得名。通过对设定的成本距离下居民能够到达的设施或资源数量进行计算,比较结果,从而评

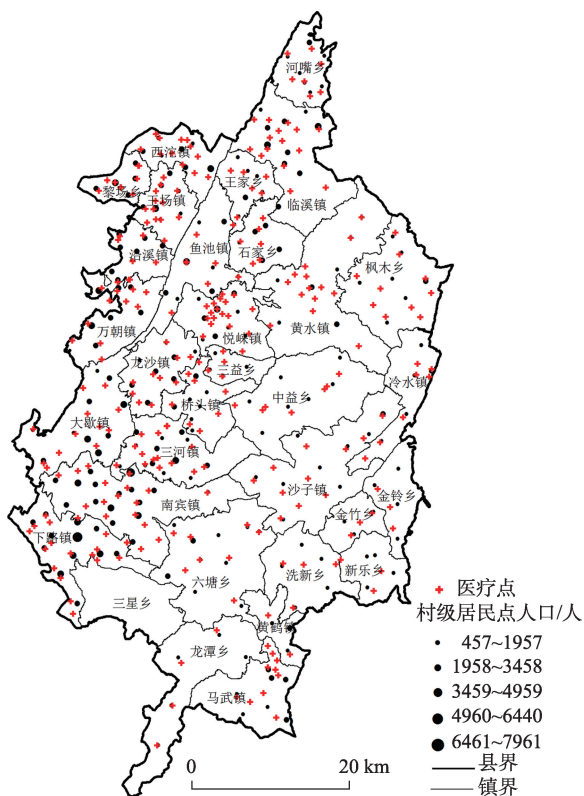


图2 石柱县医疗点和居民点分布图
Fig.2 Medical institution and settlement distribution of Shizhu County



图3 石柱县骨干交通网络
Fig.3 The transportation network of Shizhu County

价区域设施或资源布局的合理性。该方法法计算医疗服务可达性的具体实现步骤如表1所示。

2.4.2 时间阻抗和 t_0 的确定

就医阻抗 t_0 的选择与所研究的医疗服务类型及研究区域特点有关,在实际研究中,这一数据不易获得。阻抗的测量主要分为两大方面:基于空间直线距离,只考虑供需方的空间位置;基于成本距离,考虑供需方之间的道路及交通状况(车莲鸿, 2013)。对于居民出行成本阻抗的计算,以往的研究大多采用空间上医疗点和居民点之间的直线距离近似取代实际的距离,这种简单的计算没有考虑到道路及交通的状况,对实验结果的客观性和真实性产生很大的影响。由于本文的医疗点包括县、乡镇、村三级,而这三级的空间影响范围不能简单的用统一的路网距离来测度,特别是县、镇两级覆盖的范围(阻抗距离)应该更广,因此本文选择基于成本—空间耗时作为空间可达性的阻抗因素。

基于石柱县路网现状及不同等级道路的车速,运用ArcGIS网络分析工具,建立O-D成本矩阵,计算研究区各居民点到医疗点的最短就医耗时,求得各居民点最短就医耗时的平均值 $t_0=0.78$ h。通过设置不同的时间阻抗,分析山区医疗服务可达性随不同阻抗变化的敏感性。参考相关学者关于空间可达性敏感性的研究,如党华敏(2013)、任若菡等(2014)分别取平均阻抗的一半和最优服务范围的1~2倍距离进行敏感性分析。考虑到实际的道路状况、交通成本,山区居民通常选择就近问诊,成本距离过大对山区医疗服务可达性研究意义不大。因

此,本文设置时间阻抗为0.39、0.78和1.56 h。

2.4.3 医疗服务空间可达性计算

在2SFCA的基础上,结合研究区特征,本文进行了两方面的改进:一是考虑到山区特殊的地理环境,加入道路影响因素,采用成本距离分析取代传统的欧氏距离。二是将研究区定义为自然村尺度,结合医疗点和自然村的空间和属性数据、交通路网数据等,以提高研究结果的客观性和真实性。运用改进的两步移动搜索法研究石柱县医疗服务空间可达性,实现步骤如下:

(1) 数据的准备和预处理。包括:医疗点的空间数据和属性数据(医疗点位置、医生人数、兼业情况等),自然村的空间数据和属性数据(自然村位置、总人口、外出务工人口、地形特征等),空间路网(国道、省道、县道、高速公路、村级公路、等外公路、现存便道等)数据。

(2) 建立空间路网网络数据集。在ArcCatalog中建立空间路网网络数据集road-ND,包含road-ND.nd和road-ND-Junctions.shp两个数据项。

(3) 计算居民点的可达性 A_i^F 。利用2SFCA,计算时间阻抗0.78 h下的空间可达性。

(4) 将得到的 A_i^F 赋值给相对应的居民点。将此连接到石柱县村级居民点的多边形文件,对可达性结果进行分级渲染,即可绘制医疗服务空间可达性地图。

(5) 敏感性分析。重复以上步骤,计算时间阻抗0.39、1.56 h情况下的空间可达性,对空间可达性变化的敏感性进行分析。

表1 两步移动搜索法实现步骤

Tab.1 Implementation steps of the two-step floating catchment area method

步骤	使用公式	步骤的实现	参数含义	可达性意义
第一步:计算每个医疗点的服务能力 R_j ;	$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in [d_{ij} \leq d_0]} D_k}$	建立每个医疗点 j 距离阻抗 d_0 范围内的服务区,查找落入服务区内所有位置(k)的人口,并求这些位置的人口之和。医疗点 j 的医务人员数与这些位置的总人口之比,即为每个医疗点的服务能力 R_j 。	S_j 为 j 点的医务人员数(或床位数); D_k 为服务区内所有位置(k)的人口之和; d_{kj} 为自然村 k 和医疗点 j 之间的距离阻抗。	
第二步:计算每个居民点的可达性 A_i^F 。	$A_i^F = \sum_{j \in [d_{ij} \leq d_0]} R_j = \sum_{j \in [d_{ij} \leq d_0]} \left[\frac{S_j}{\sum_{k \in [d_{kj} \leq d_0]} D_k} \right]$	建立每个村级居民点 i 距离阻抗 d_0 范围内的服务区,查找服务区内所有位置的医疗点 j ,将所有医疗点提供的服务 R_j 相加,即为居民点 i 点的可达性 A_i^F 。	A_i^F 为居民点 i 的医疗服务空间可达性; R_j 是居民点 i 服务区($d_{ij} \leq d_0$)内的服务能力, d_{ij} 是位置 i,j 之间的距离阻抗。	A_i^F 越大表明该居民点 i 的可达性越好,服务区内居民去医疗点的时间障碍越低。

3 结果与分析

3.1 医疗点空间分布基本特征

根据地形位指数可将石柱县分为5个分区:A为沿江低平丘陵区,B为方斗—七曜所夹槽谷区,C为方斗山中低山区,D为七曜山北部高山区,E为七曜山南部中山区。统计各个乡镇医疗点数和医务人员数,如图4。

综合图(4)及按地形分区统计数据(表2),对比分析可知:①医疗点空间分布不均衡,在A、C区较为集中,D、E区较为分散。A、C区医疗点数分别为54、100个,地均医疗点数分别为0.191、0.135个,远远大于D、E区的0.080、0.054个。②医疗人员的配备差距较大。C、E区之间医疗人员差距为221人、地均医务人员分别为0.379、0.059人,相差甚大。E区每千人均医疗点数为0.710人,大于C区的0.539人,而每千人均医务人员数为C区的一半,说明在E区医务人员的配备明显不足。C区地势低平,包括县政府所在地的南宾镇,作为全县的工业和贸易中心,区内经济发展整体较好,交通便捷,医疗资源配置充足,分布较为集中。E区为南部中山区,山势陡峭,幅员面积大,交通不便,经济发展缓慢,医疗资源配置不足,分布较为分散。③医疗点有沿着交通

线分布的趋势。

3.2 可达性结果分析

运用改进的两步移动搜索法,计算石柱县0.39、0.78、1.56 h时间阻抗下医疗服务的空间可达性。为了探究石柱县医疗服务空间可达性特征,运用Matlab软件将可达性得分基于乡镇级尺度和自然村尺度分别进行统计,并处理相关数据。可达性值为每千人享受到的医务人员数(或床位数),可达性值高代表享受到的医疗服务能力强;反之,则享受到的医疗服务能力弱。另外,可达性值的差异反映医疗点的空间布局均衡情况,差异越小,空间布局越均衡,反之则越不均衡。

3.2.1 乡镇尺度

为全面地研究石柱县医疗服务空间可达性的规律,以每个乡镇为单位,计算不同出行时间阻抗下各乡镇的可达性得分,运用ArcGIS软件,基于相关属性,将可达性结果进行分级渲染,可视化成图(图5)。主要结论为:

(1) 整体而言,石柱县医疗服务可达性差。几乎所有乡镇可达性均低于重庆市平均水平。从实地调研数据来看:首先,许多村没有医疗点或只有赤脚医生兼业行医。其次,大量医疗资源流失。近10年来,石柱县留守人员比例由原来的76.84%下

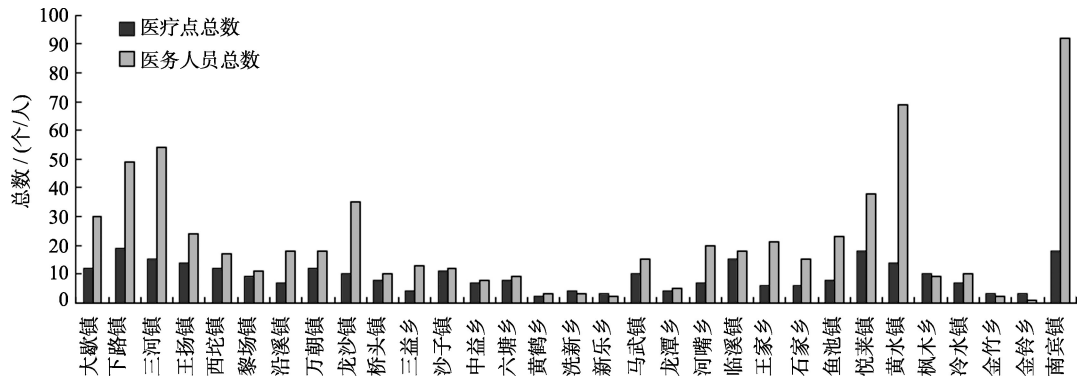


图4 各镇医疗点/医务人员统计柱状图

Fig.4 Histogram of the number of medical institutions/medical staff in each town of Shizhu County

表2 按地形分区统计数据

Tab.2 Medical institution/medical staff statistics by topography of the study area

地形分区	医疗点数/个	医务人员数/人	每千人均医疗点/个	每千人均医务人员/人	地均医疗点/(个/km ²)	地均医务人员/(人/km ²)
A	54	88	0.627	1.022	0.191	0.312
B	36	109	0.526	1.594	0.103	0.311
C	100	281	0.539	1.516	0.135	0.379
D	41	116	0.941	2.663	0.080	0.226
E	55	60	0.710	0.774	0.054	0.059

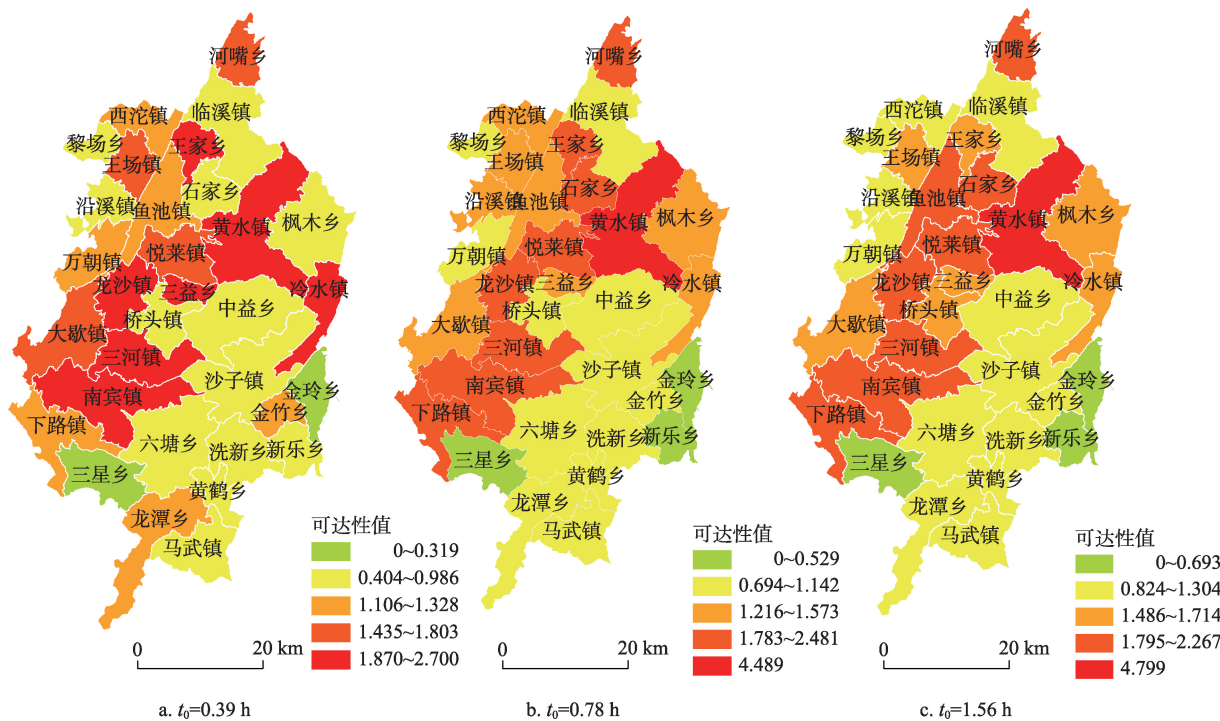


图5 不同时间阻抗下镇均医疗服务空间可达性

Fig.5 Average spatial accessibility of primary care services of the towns under different time impedance

降到现在50.7%,随着留守人员大幅度减少,在家看病就医的人数减少,许多医疗人员的生计很难维持,致使大量医疗人员选择转业,医疗资源流失。同时,医生的服务质量下降。据统计,兼业行医的人数占总医生数的19.72%,其中72.86%的医务人员兼种养殖业。由于大量劳动力外出务工,导致家庭劳动力缺乏,医务人员只能充当家庭主要劳动力。这样,医疗人员在工作岗位的时间减少,使得许多村民只能去其他地方就医。此外,许多村级卫生室形同虚设,空无一人,而政府又不予严格管理、配备医疗人员,使得村民直接放弃就医。由于医疗资源缺乏、资源外流以及医生服务质量下降,使得医疗服务能力减弱,空间可达性较差。

(2) 县域医疗资源分布不均衡,空间差异明显。如图5所示,黄水镇可达性值最高,高值区主要集中在A、C区,低值区主要集中在E区,两极分异明显;且高低值区可达性差值较大,医疗资源分布不均衡。由于A区紧邻长江地势较平坦,C区地势低平,包括石柱县政府驻地南宾镇,两区交通都较便捷、经济发展相对较好,因此可达性值高。E区为高山区,由于高山阻挡、地势高陡,使得道路的连通性较差,交通不便;而且这些地方公路硬化程度不高,使得人们出行的阻力增大;其次,由于经济发展缓

慢,医疗资源本身配备不足,使得地方可达性较差。D区虽为高山区,但是地形起伏不大,整体较平坦,相较于陡峭的E区总体上可达性较好一些;此外,D区中的黄水镇,由于经济发展迅速,医疗资源本身配备较为充足,可达性较好,同时也影响了周边乡镇的可达性。

(3) 靠近县城位置的乡镇可达性也比较好。下路镇、大歇镇、三河镇可达性比较好,一方面受南宾镇的经济带动作用,另一方面由于这些乡镇医疗点较为集中,且靠近居民点,可达性较高。而六塘乡可达性则较差。经计算,南宾镇、六塘乡每千人均医疗点数分别为0.386、0.508个。虽然南宾镇每千人均医疗点数较少,但是居民居住比较集中,靠近医疗点,可达性较好;而六塘乡幅员面积较大,居民点居住较为分散,即使靠近县城,但能利用的资源也较少,可达性较差。

(4) 路网密集的地方,可达性值高。如图3所示,以县政府驻地南宾镇和经济发展迅速的黄水镇为中心,形成两大交通枢纽,且道路等级较高。随道路延伸之处,可达性较好。此外,沿江平坝区和方斗—七曜所夹槽谷区路网密集,可达性也较好。

3.2.2 自然村尺度

由于研究区村与村之间医疗设施配置差异较

大,为了研究各自然村可达性的规律,统计224个自然村的可达性得分,并将可达性结果可视化成图(图6)。基本结论为:

(1) 不同乡镇村可达性差异较大,同一乡镇村差异也较大。图6中,当 $t_0=0.39$ h时,可达性最低值为0,如龙潭乡木坪村、洗新乡保合村、新乐乡阳光村、新建村、金玲乡华阳村、响水村、龙沙镇老林村等27个村子;而黄水镇的黄水村可达性值最高为13.436。黄水镇由于特殊的地理环境、得天独厚的旅游资源,带动了当地经济快速的发展。就实地调研来看,其发展堪比一个小县城,镇内公共基础设施较完善,居民享受到的医疗服务水平较高。当 $t_0=0.39$ h时,三河镇所属13个村中,5个村可达性位于0~0.629区间,2个村位于0.652~1.535区间,2个村位于1.646~3.015区间,4个村位于3.294~7.815区间。在0.39 h的出行阻抗下,居民大都就近治疗,可达性与本村医疗点的规模和人口关系较大。

(2) 石柱县自然村医疗服务可达性普遍很差,医疗服务低于全市居民平均水平,也低于全市农村平均水平。根据重庆市2012年卫生统计年报数据分析,重庆市平均每千户籍人口医疗人员数为3.94人,农村每千人口床位数为2.84张,由于重庆市每个医疗人员对应配备0.99张床位,因此近似将2.84认为是农村每千人口医务人员数。如表3所示,在不同的时间阻抗下,石柱县可达性值<3.94的村所占比例分别为94.64%、97.32%、96.43%,几乎都低于全

市居民平均水平;可达性小>2.84的村所占比例不足15%,绝大部分村子低于全市农村平均水平。

3.3 敏感性分析

结合图5-6及表3,分析可知:①随着 t_0 的增大,医疗服务的可达性随之变好。出行时间增大,医疗点服务的范围随之增大,人们选择就医的机会增加。如表3所示,可达性值处于第一、二等级的村子比例分别为76.34%、64.28%、65.18%,比例下降,可达性整体变好;②边缘乡镇的可达性随 t_0 的增大而变差。像西沱镇、黎场乡、龙潭乡、洗新乡、新乐镇等边缘乡镇, t_0 的增大,镇内居民出行的空间距离比中间位置乡镇的居民更大,出行阻力更大,居民选择就医的机会减小,可达性变差。③随着 t_0 的增大,可达性值变化幅度减缓,医疗服务空间可达性分异变小。分析表3发现,随着 t_0 的增大,同一等级空间可达性的区间差值减小。时间阻抗的增大,医疗点服务面由先前的一两个居民点而扩大到更多的居民点,影响范围更广。另外,县镇级医疗点由于所处位置交通便捷、道路等级较高,服务面更广,服务的居民点增加,居民点之间可达性差距缩小,医疗服务空间可达性分异变小。④对于医疗资源充足的乡镇而言,随着时间阻抗 t_0 的增大,其对周边乡镇可达性的影响增强。例如,以黄水镇和南宾镇为核心,形成两大较高值区。上述两镇附近的乡镇,如石家乡、悦崃镇、枫木乡、三河镇、下路镇、桥头镇等,随着 t_0 的增大,可达性有变好的趋势;而临溪镇、

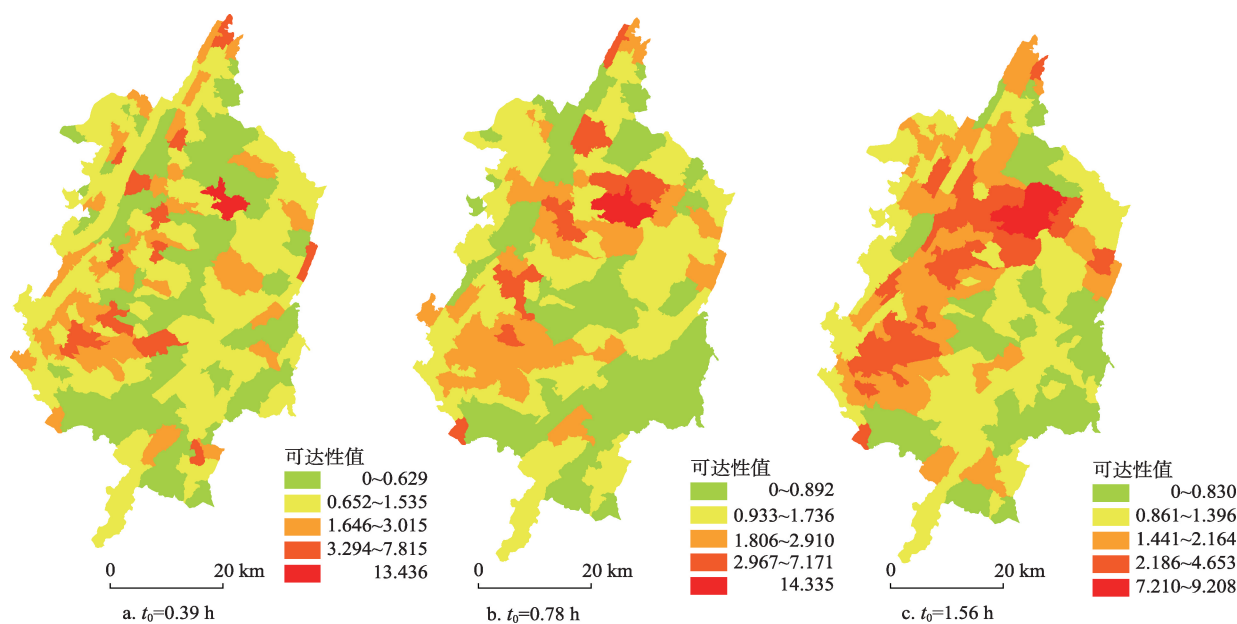


图6 不同时间阻抗下自然村医疗服务空间可达性

Fig.6 Spatial accessibility of primary care services of the villages under different time impedance

表3 不同距离阻抗下可达性分级统计

Tab.3 Classification of spatial accessibility under different distance impedance

时间阻抗 t_0	空间可达性	自然村数/个	所占比例/%	<3.94'的村子所占比例/%	<2.84''的村子所占比例/%
0.39 h	0~0.629	57	25.45	94.64	90.18
	0.652~1.535	114	50.89		
	1.646~3.015	38	16.96		
	3.294~7.815	14	6.25		
	13.463	1	0.45		
0.78 h	0~0.892	62	27.68	97.32	89.73
	0.933~1.736	93	41.52		
	1.806~2.910	51	22.76		
	2.967~7.171	17	7.59		
	14.335	1	0.45		
1.56 h	0~0.830	36	16.07	96.43	93.30
	0.861~1.396	78	34.82		
	1.441~2.164	67	29.91		
	2.186~4.653	40	17.86		
	7.210~9.208	3	1.34		

注：3.94'为重庆市平均每千户籍人口医务人员数；2.84''为农村每千人口床位数，由于重庆市每个医疗人员对应配备0.99张床位，因此近似将2.84认为是农村每千人口医务人员数。

中益乡、六塘乡由于其幅员面积大，居民点分布分散，道路密度小且等级不高，可达性增加的幅度较小。

4 结论与建议

4.1 结论

本文以实地调查数据为支撑，结合山区地形、交通路网、人口、经济等特征，从自然村和乡镇角度出发，综合分析医疗服务空间可达性。对比其他计量空间可达性模型，两步移动搜索法更适合本研究区域，从医疗点提供的服务和居民点需求的服务角度出发，全面地评价了石柱县医疗服务空间可达性。采用空间路网网络分析，选择时间成本作为衡量指标分析县镇村三级医疗点，由于县、乡镇级医疗点等级高，服务范围比村级医疗点更广，以时间成本分析较以路网距离分析在逻辑上较严密，可达性结果更为客观、真实。

分析石柱县医疗服务空间可达性可知：石柱县医疗资源配备不足，整体医疗服务可达性差，处于重庆市平均水平之下；医疗资源在空间上布局不均衡，乡镇间、村村间差别较大；以黄水镇和南宾镇为核心，形成两大较高值区，低值区主要集中在南部中山区，两极分异明显；由于县级医院等级高、规模

大，且区内公路等级高，使得县城附近的乡镇能享受到较好的医疗服务；可达性值与路网的密集程度以及道路的等级有一定的关联性，道路密集的地方，可达性值高。分析不同时间阻抗下研究区医疗可达性敏感性发现：随着 t_0 的增大，可达性有变好的趋势； t_0 越大，边缘乡镇的可达性变差，可达性值变化幅度减缓，医疗服务空间可达性分异变小；医疗资源配备充足的乡镇，随着出行时间增加，对周边乡镇可达性的影响更大。

4.2 建议

结合石柱县医疗服务空间可达性的特征，针对山区医疗服务现状，提出以下几点建议：

- (1) 在配备医疗资源过程中，需结合当地的实际情况，合理地配备医疗资源，医疗机构布局的位置和规模要以更方便、更广泛地服务居民为目的。
- (2) 提高道路的密度和等级。交通的便利与否，对山区医疗服务的可达性影响更大。
- (3) 政府要作好医疗资源的管理工作。调研资料显示：许多乡镇由于就医频数不高，医疗人员大部分处于无人问诊状态，久而久之，医疗人员只在一个星期中的一两天上班服务，甚至不上班。许多医疗点实际配备的医务人员数大于实际上班人数，而这种情况一般没有得到反映，这样居民实际享受的医疗服务水平总体降低。

(4) 对于经济发展落后的区域,政府应对居民和医疗人员提供医疗补助政策支持。由于山区经济发展落后,近年来,外出务工人员迅速增加,外出务工比例高达42.34%,相较于10年前,比例增加了19.18%,随着大量人员外出务工,许多医务人员就没有之前那么多的“顾客”,相应地收入也随着“顾客”的流失而减少,为了维持生计只能被迫选择转行或外出务工,致使原本就不足的医疗资源随着医务人员的外流呈现整体医疗服务能力大幅度下降的趋势。为了寻求较好的医疗服务,经济能力好的、年轻的、外出务工的居民大多会选择迁移,在空间上表现为个人迁移和家庭迁移的行为。人口迁移,造成人力资本的流失,给当地的经济带来不利影响。

(5) 政府应完善公共基础设施的建设项目,让山区居民能享受到更公平、更优质的服务,促进山区和谐稳定的发展。

参考文献(References)

- 车莲鸿. 2013. 卫生服务空间可达性度量方法与应用领域[J]. 中国卫生事业管理, 30(2): 88-90. [Che L H. 2013. Review on the measures and application of spatial accessibility to health care[J]. Chinese Health Service Management, 30(2): 88-90.]
- 党华敏. 2013. 妇产医疗资源空间分布及可达性研究: 以北京市城六区为例[D]. 北京: 首都师范大学. [Dang H M. 2013. The spatial accessibility research on Maternity medical resources: a case of six district Beijing[D]. Beijing, China: Capital Normal University.]
- 刘斌涛, 陶和平, 刘邵权, 等. 2011. 山区交通通达度测度模型与实证研究[J]. 地理科学进展, 30(6): 733-738. [Liu B T, Tao H P, Liu S Q, et al. 2011. Transportation accessibility evaluation model for mountainous areas and its application[J]. Progress in Geography, 30(6): 733-738.]
- 刘贤腾. 2007. 空间可达性研究综述[J]. 城市交通, 5(6): 36-43. [Liu X T. 2007. The review of the research on spatial accessibility[J]. Urban Transportation, 5(6): 36-43.]
- 刘钊, 郭苏强, 金慧华, 等. 2007. 基于GIS的两步移动搜寻法在北京市就医空间可达性评价中的应用[J]. 测绘科学, 32(1): 62-63. [Liu Z, Guo S Q, Jin H H, et al. 2007. Application of the GIS based two-step floating catchment area method in measurement of spatial accessibility to hospitals in Beijing[J]. Science of Surveying and Mapping, 32(1): 62-63.]
- 任若菡, 王艳慧, 何政伟, 等. 2014. 基于改进的两步移动搜寻法的贫困区小学教育资源空间可达性分析: 以重庆市黔江区为例[J]. 地理信息世界, 21(2): 22-28. [Ren R H, Wang Y H, He Z W, et al. 2014. Research on spatial accessibility of primary school education resources in poverty area based on modified two-step floating catchment area method: a case study of Qianjiang[J]. Geomatics World, 21(2): 22-28.]
- 宋正娜, 陈雯, 车前进, 等. 2010. 基于改进潜能模型的就医空间可达性度量和缺医地区判断: 以江苏省如东县为例[J]. 地理科学, 30(2): 214-219. [Song Z N, Chen W, Che Q J, et al. 2010. Measurement of spatial accessibility to health care facilities and defining health professional shortage areas based on improved potential model: a case study of Rudong County in Jiangsu Province[J]. Scientia Geographica Sinica, 30(2): 214-219.]
- 王法辉. 2009. 基于GIS的数量方法与应用[M]. 北京: 商务印书馆. [Wang H F. 2009. Jiyu GIS de shuliang fangfa yu yingyong[M]. Beijing, China: the Commercial Press.]
- 王远飞. 2006. GIS与Voronoi多边形在医疗服务设施地理可达性分析中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 19(3): 77-80. [Wang Y F. 2006. GIS and voronoi polygon based public health care accessibility analysis[J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 19(3): 77-80.]
- 卫生部, 国家中医药管理局, 国家发展和改革委员会, 等. 2006. 农村卫生服务体系建立与发展规划[EB/OL]. 2006-09-12[2014-10-01]. <http://www.moh.gov.cn/newshtml/12896.htm>, 2006-09-12. [Ministry of Public Health, Administration of traditional Chinese medicine, The National Development and Reform Commission, et al. 2006. Nongcun weisheng fuwu tixi jianli yu fazhan gui Hua[EB/OL]. 2006-09-12[2014-10-01]. <http://www.moh.gov.cn/newshtml/12896.htm>, 2006-09-12.]
- 吴建军, 孔云峰, 李斌. 2008. 基于GIS的农村医疗设施空间可达性分析: 以河南省兰考县为例[J]. 人文地理, (5): 37-42. [Wu J J, Kong Y F, Li B. 2008. The spatial accessibility analysis of rural medical facilities based on GIS: a case study of Lankao County, Henan Province[J]. Human Geography, (5): 37-42.]
- Bertakis K D, Azari R, Helms L J, et al. 2000. Gender differences in the utilization of health care services[J]. Journal of Family Practice, 49(2): 147-152.
- Gornick M E. 2003. A decade of research on disparities in medicare utilization: lessons for the health and health care of vulnerable men[J]. American Journal of Public Health, 93(5): 753-759.
- Johnston R J. 人文地理学词典[M]. 柴彦威, 蔡运龙, 顾朝林, 等, 译. 2004. 北京: 商务印书馆. [Johnston R J. The dictionary of human geography[M]. Chai Y W, Cai Y L, Gu C L, et al, Trans.. 2004. Beijing, China: The Commercial Press.]

- McGrail M R, Humphreys J S. 2009. Measuring spatial accessibility to primary care in rural areas: improving the effectiveness of the two-step floating catchment area method [J]. *Applied Geography*, 29(4): 533-541.
- Meyer S P. 2012. Comparing spatial accessibility to conventional medicine and complementary and alternative medicine in Ontario, Canada[J]. *Health Place*, 18(2): 305-314.
- Radke J, Mu L. 2000. Modeling and mapping service regions to predict access to social programs[J]. *Geographic Information Sciences*, 6(2): 105-112.
- Wang F H. 2006. *Quantitative Methods and applications in GIS* [M]. New York, N Y: Chemical Rubber Company Press.

Spatial accessibility of medical services in mountainous regions based on modified two-step floating catchment area method: a case study of Shizhu County, Chongqing

DENG Li¹, SHAO Jing'an^{1,2*}, GUO Yue^{1,2}, XU Xinliang³

(1. College of Geographical Science, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China;
2. Key Laboratory of Surface Process and Environment Remote Sensing in the Three Gorges Reservoir Area, Chongqing 400047, China; 3. State Key Laboratory of Resources and Environmental Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Poverty-stricken mountainous areas often experience a severe shortage of medical resources, with uneven distribution and poor service capacity. This study uses the modified two-step floating catchment area method to analyze the characteristics of spatial accessibility of medical services in Shizhu County, Chongqing Municipality, southwestern China. It explores factors affecting the spatial accessibility of medical services from a supply and demand perspective, aiming for providing decision support for the planning of medical resources space allocation of mountainous regions. The basic unit of analysis is natural villages. Results show that: (1) Overall, the spatial accessibility of medical services in Shizhu County is poor and below the average level in Chongqing Municipality. (2) Medical resources distribution is uneven and the spatial differentiation is very clear. High accessibility areas mainly concentrate in the low and middle mountain areas of Fangdou Mountain and Huangshui Town. Low accessibility areas mainly concentrate in the high mountainous areas of northern Qiyao Mountain and middle mountain areas of southern Qiyao Mountain. The difference in accessibility is significant. (3) Scale and grade of hospitals and grade and density of roads have certain effect on accessibility: Accessibility is generally good in places near the county seat and have a dense road network. (4) Accessibility is high in places of dense road network. (5) With the increase of the distance impedance, accessibility gets better within the county but deteriorates at the peripherals of the villages and towns. The range of accessibility is lower, differentiation of spatial accessibility of medical services shrink, and the influences of the villages and towns with sufficient medical resources on accessibility of surrounding villages and towns increase.

Key words: poverty-stricken mountainous area; medical services; modified two-step floating catchment area method; spatial accessibility; sensitivity; Chongqing