

中国大病发生及治疗的地理分析

王向楠

(中国社会科学院金融研究所, 北京 100710)

摘要: 罹患大病对患者及其家庭造成严重影响, 治疗大病是基本的民生保障需求, 因此大病问题是“健康中国”建设关注的一个重要对象。中国大病的发生和治疗均存在显著的空间分异性, 采用地理学的视角和方法进行研究有助于改进各地的大病预防和全国的医疗资源配置。本文收集中国有代表性的大病互助平台公示的病例样本, 以地级地区做为基本分析单元, 采用空间相关性分析、地理探测器、多因素回归、地理不平等分解、出生世代分析等方法, 得到如下研究结果: ① 肺癌、胃肠道癌、乳腺癌、脑卒中、急性心肌梗塞和甲状腺癌6种高发大病的空间聚集性均很强; ② 自然地理因素和人文地理因素对大病发生的解释力较强, 但不同大病的影响因素有较大差异; ③ 各地区的大病医疗资源差距较大, 而患者在选择异地就医的目的地时, 综合考虑了地理位置远近和医疗服务水平; ④ 各地区大病“治疗发生比”在“胡焕庸线”两壁的差距很大; ⑤ 全国大病“治疗发生比”的不平等程度正在随着更晚出生患者的增加而扩大, 随着新医院的建立而缩小。最后, 本文提出因地制宜地完善大病的预防、控制和治疗的政策建议。

关键词: 重大疾病; 医院; 地理不平等; 健康地理; 健康中国; 保险

DOI: 10.11821/dlxb202403015

1 引言

健康是自然、人文和社会多要素综合作用的结果, 也是空间上的一种地理现象^[1]。健康状况恶化的一个表现是罹患重大疾病(简称“大病”), 它冲击居民的健康寿命和家庭正常生活。治疗大病是基本的民生需求, 是民众和政府高度关注的一项工作。大病发生问题属于医学和环境地理学的研究内容^[2-4], 大病治疗所反映的医疗资源配置问题主要属于人文经济地理学的研究内容, 二者均属于“健康中国”建设关注的重要对象^[1]。

中国医学及健康地理学领域对地方病的研究相对成熟^[5-6]。已有文献深入研究了恶性肿瘤^[7]、哮喘病^[8]、甲状腺结节^[9]、流行性感冒^[10-11]、呼吸系统疾病^[12]、食源性疾病^[13]、急性心肌梗塞^[14]、乳腺疾病^[15-16]及相关居民健康指标^[17-21]。这些研究在地理空间层次上, 主要关注省级^[9, 13, 19, 21-22]及以上研究尺度^[7], 少量文献分析了地级市^[11, 20]和县级单元的情况^[8, 16-13]。还有文献分析了某个地区内部较细粒度的地理单元的情况, 如北京300多个街道^[10]、宁夏泾源乡镇^[12]、西安区县^[14]、济南农村地区^[15]和武汉各区^[23]等。

在医疗资源空间配置上, 已有文献主要研究了人均医疗卫生机构数^[24-27]、人均医疗卫生机构床位数^[24-26]和人均医疗卫生机构医生数^[24-26]。越来越多的文献采用某一地区的患者真实就医数据研究医疗资源的可及性, 如北京市^[28]、南京市^[29]和深圳市^[30]。

收稿日期: 2023-03-06; 修订日期: 2024-02-27

基金项目: 国家社会科学基金项目(22BGL062) [Foundation: National Social Science Foundation of China, No.22BGL062]

作者简介: 王向楠(1984-), 男, 河北保定人, 副研究员, 研究方向为保险与区域发展。E-mail: xiangnan.wang@cass.org.cn

800-816 页

本文收集了中国20多万个个体信息,构建了以中国地级地区为单元的样本库,刻画了6种高发大病的地理分布情况并分析地理因素对大病发生的影响,这将在一定程度上丰富医学及健康地理学的研究^[1];在描述大病医疗资源地理分布和患者就医目的地基础上,将大病“发生”与“治疗”结合,研究地级层面医疗服务供需匹配的地理不平等现象,并从大病“发生端”(患者)和大病“治疗端”(医院)分别进行出生世代分析,获得地理不平等程度的演化状况,在一定程度上拓展了医疗卫生资源时空状态研究。

地理学对健康中国建设至少在18个领域可以发挥重要作用^[1],而本文涉及其中重大疾病监测防控、重点区域健康促进、医疗卫生资源优化配置、健康服务可达性与公平性4个领域,能为中国和各地区完善大病的预防、控制和治疗提供一定的决策参考,可为实施中国共产党的“二十大”报告指出的“促进优质医疗资源扩容和区域均衡布局”提供数据支持。

2 研究数据和方法

2.1 大病和医院

2.1.1 大病和医院的确定 研究数据来自中国最有代表性的大病互助平台的公示信息。该平台自2018年10月16日开始运营,各期会员人数平均在8000万以上。截至2022年3月底,该平台共公示了202092个病例。本文通过自动病例查询对公示材料进行截图,再通过文本识别软件提取文本信息^[31-32]。

大病互助平台保障的大病类型与常见的重大疾病保险类型相同,考虑到“恶性肿瘤”在大病中的占比很高,将恶性肿瘤根据首发的身体部位进行细分。本文挑选病例最多的6种大病,依次是肺癌、胃肠道癌、乳腺癌、开颅手术(主要是“脑卒中”)、急性心肌梗塞(简称“急性心梗”)和甲状腺癌,在所有病例样本中的占比依次为17.45%、13.97%、12.13%、6.50%、6.38%和4.43%。这6种大病依次归属于呼吸系统、消化系统、生殖系统、神经系统、血液循环系统和内分泌系统,有很好的代表性。

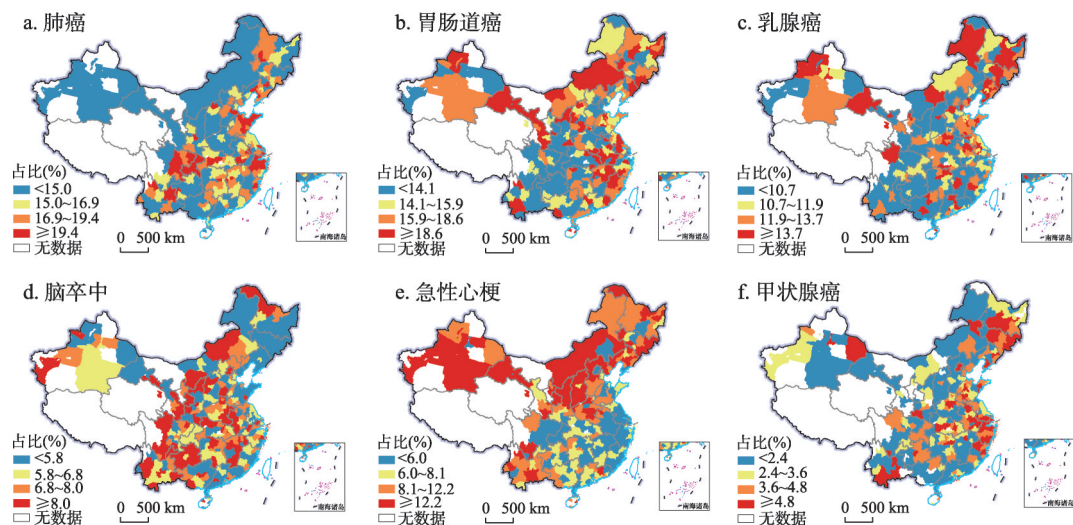
大病发生地定义为患者的经常居住地。本文以地级(及以上)地区(暂未含港澳台数据)为研究区域,排除一些人口规模小、病例数少的地区。本文在分析占比型指标时,仅使用有30个以上病例的308个地区(图1)。对筛选数据中的医院名称进行规范化处理^①,得到给样本患者出具过确证明的医院共有6432家。本文根据医院的规范名称查找医院所在的地级(及以上)地区,将其定义为治疗地,共348个。

2.1.2 地区的大病发生强度 衡量一个地区中某种大病的发生强度,通常使用该地区中该种大病在该地区所有大病中的占比。本文定义地区*i*的大病*k*的发生占比=地区*i*的大病*k*的病例数/地区*i*的所有大病的病例数。

“性别”和“年龄”是影响疾病的2个基础性变量^[33],因此,为了得到地理因素的更稳健的解释力,去除性别和年龄因素后再分析。各地区去除性别和年龄因素后的6种大病的发生强度的计算公式如下:

$$y_{\text{去除性别和年龄因素}}^k = y_i^k - y_{\text{基准}}^k = y_i^k - \sum_{\text{性别,年龄组}} (w_{i,\text{性别,年龄组}} \times y_{\text{性别,年龄组}}^k) \quad (1)$$

① 对医院名称着重做了以下4种处理:识别医院的多个正式名称,例如中国科学院大学附属肿瘤医院同时是浙江省肿瘤医院;识别医院的旧名称和新名称,例如近年中大量更名的军队系统中的医院;修正对医院名称的不规范使用,如将北医三院调整为北京大学第三医院;将医院的分院(在不同城市)视为不同的医院,将医院的不同院区(在同一城市)视为同一家医院。



注：基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2020)4630号的标准地图制作，底图边界无修改。

图1 2018年10月—2022年3月中国6种大病在地级地区大病发生中的占比

Fig. 1 Proportion in the occurrence of six types of severe diseases in prefecture-level regions from October 2018 to March 2022

式中： $y_{基准}^k$ 是假设地区 i 具有全国整体的分性别及年龄组的大病发生状态时地区 i 中大病 k 的占比，它由 $w_{i, 性别, 年龄组}$ 和 $y_{性别, 年龄组}^k$ 联合决定； $w_{i, 性别, 年龄组}$ 是地区 i 的所有病例中分性别和年龄组的人口占比，性别分为男性和女性，年龄按年岁的周岁分为4组，分别为 < 40岁、40~50岁、50~60岁和 ≥ 60岁。

2.2 地理因素

本文基于已有理论和文献，结合地级层面数据的可得情况，分析8个自然地理因素和6个人文地理因素对大病发生的影响。

2.2.1 自然地理因素 平均海拔和地形起伏度。海拔高度直接决定气压，影响气候条件，对心脑血管疾病^[34]、肺部功能^[35]、整体健康状况^[20]等有影响。海拔高度的数据基于自然资源部数据服务中心发布的地形表面形态的DEM数据，由ArcGIS软件提取得到。地形起伏度影响自然环境舒适性^[36]、人口密度^[37-38]等，从而影响疾病发生^[39]。地形起伏度的数据参考封志明等^[37]得到。平均海拔和地形起伏度选择2020年1次测量值。

气象因素。① 1月平均气温，影响呼吸系统^[12, 40-41]、心脑血管^[17, 34]、肺部功能^[35]和甲状腺激素水平^[23]等；② 7月平均气温，影响呼吸系统^[41]、肺部功能^[35]、心血管^[17]和甲状腺激素水平^[23]等；③ 年降水量，影响呼吸道^[40]、消化道^[13]和心血管^[17]等。④ 相对湿度，影响呼吸系统^[12, 40-41]等。⑤ 年日照时数，影响心血管和呼吸系统^[17]。⑥ 平均风速，影响肺部功能^[35]、呼吸系统疾病^[10-12]等。气象数据均来自国家气象信息中心中国气象数据网发布的地面气象站观测数据，采用距离样本地区几何中心最近站点的观测数据。考虑到样本中患者出生年份，本文气象数据选择1970—2021年平均值。

2.2.2 人文地理因素 ① 收入水平。收入水平会影响生活条件和营养均衡性^[20-21]、饮食习惯^[42]，还会影响地区健康事业投入^[22]、早期干预措施的可及性，进而影响人的健康。地区的收入水平采用人均国内生产总值度量。② 城镇化率。城镇化会影响人的工作和休息条件^[16]、人口密度^[13, 15]、早期干预措施的可及性，进而影响人的健康。研究发现，城市居民和农村居民的健康程度和疾病状况有显著差异^[1-2, 7, 14, 21]。地区的城镇化率采用城镇常住人口占总人口的比例度量。③ 教育水平。教育会影响人的思考和行为方式。教育水平与消

化系统疾病^[13]、脑血管疾病^[43]、淋巴系统疾病^[9]等有显著关系。考虑到中国居民的健康素养整体水平不高,且地区差异大,教育水平更可能影响居民的健康行为和健康状况^[44]。地区的教育水平采用每万人口中在校大学生的占比度量。④ 公共卫生资源。疾病均是可以预防和抑制的,而公共卫生事业的一项重要工作就是控制慢性病和大病。地区公共卫生资源对居民健康状况的显著影响得到了不少文献的支持^[18, 21-22]。地区的公共卫生资源采用每万人的医院及卫生院的床位数量度量。⑤ 水污染。水污染会影响水质和土壤,进而影响食源性^[13]、消化系统疾病^[39]、生殖系统疾病^[15]等,以及居民健康状况^[18, 21, 45]。地区的水污染状况采用人均工业废水排放量度量。⑥ 空气污染。空气污染是过去一段时期备受国人关注的话题,它对哮喘病^[8]、消化系统疾病^[39]、生殖系统疾病^[15]、急性心梗^[14]、人口健康水平^[21, 45]有显著影响。地区的空气污染状况采用人均工业二氧化硫排放量度量。

人文地理因素的数据均来自2020年《中国城市统计年鉴》。

2.3 研究方法

2.3.1 空间自相关检验 判断变量的空间相关性的一种严谨方法是进行空间自相关检验。对每种大病的发生占比计算全局Moran's I 指数,其计算公式如下:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} \right) \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 / N}, \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i, \quad i \neq j \quad (2)$$

式中: w_{ij} 表示地区 i 和地区 j 在地理上是否相邻 (0或1), 所有两两地区配对的 w_{ij} 构成空间权重矩阵; y_i 、 y_j 分别表示某种大病病例在地区 i 、 j 所有大病病例中的占比; \bar{y} 是各地区平均的 y_i ; N 为样本中的地区数目。Moran's I 指数的取值范围是-1~1, 数值越大, 说明变量在全国的空间正向关联程度越高。

2.3.2 地理探测器 本文采用地理探测器方法^[46]中的因子探测来分析单个地理因素对大病发生的解释力。将探测力值记为 q , 其计算公式如下:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L \frac{N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2}}{N \sigma^2} = 1 - \frac{SSW}{SST} \quad (3)$$

式中: h 表示因素所处的某个分层, 每个因素在本文中均被等分为10层, $h=1, 2, \dots, 10$; N_h 和 σ_h^2 分别表示第 h 层的样本量 (地区数目) 和第 h 层的方差; h 和 σ^2 分别表示样本总量 (即地区总数) 和总体方差; SSW 表示层内方差之和; SST 表示总体方差之和。 q 的值处于[0, 1], 数值越大, 说明该因素与大病发生的关联度越强。

2.3.3 多因素回归分析 为了克服多重共线性问题, 找出影响更显著的因素, 本文采用逐步回归方法^[47]。先将所有影响因素做为自变量进行回归, 删除 P 值最大的1个因素, 直到所有保留的影响因素的 P 值均小于0.1。回归模型如下:

$$y_i^k = \alpha^k + X1_std_i' \beta^k + X2_std_i' \gamma^k + \varepsilon_i^k \quad (4)$$

式中: y_i^k 是地区 i 中大病 k 发生强度; $X1_std_i'$ 是自然地理类因素, $X2_std_i'$ 是人文地理类因素, 二者的数值均进行了标准化处理, 以便直观反映不同变量的系数大小; β^k 和 γ^k 分别是二者的待估系数; α^k 是常数项; ε_i^k 是随机误差项。

2.3.4 泰尔指数及其按区域分解 采用泰尔指数 (Theil) 度量中国大病“治疗发生比”的地理不平等程度, 计算公式如下:

$$Theil = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{Z_i}{\bar{z}} \ln \frac{Z_i}{\bar{z}} \quad (5)$$

式中: Z_i 是地区 i 的大病“治疗发生比”; \bar{z} 是各地区平均的大病“治疗发生比”; N 是地区数目。Theil 指数的数值越大, 表示不平等程度越高。

中国地理分区现象比较明显，全国层面的地理不平等包含了区域内差距和区域间差距^[18, 48]。将全国层面的 Theil 指数分解为 2 个部分，计算公式如下：

$$Theil = Theil_{\text{区域内}} + Theil_{\text{区域间}} = \sum_{j=1}^J \left(\frac{N_j}{N} \times \frac{\bar{Z}_j}{\bar{z}} \right) Theil_j + \sum_{j=1}^J \left(\frac{N_j}{N} \times \frac{\bar{Z}_j}{\bar{z}} \right) \ln \frac{\bar{Z}_j}{\bar{z}} \quad (6)$$

式中：“区域内”变量 j 表示不同区域； J 表示区域数目； N_j 表示区域 j 中的地区数目； N 表示全国的地区数目； \bar{Z}_j 表示区域 j 中各地区的大病“治疗发生比”的均值； \bar{z} 表示全国各地区的大病“治疗发生比”的均值。对于“区域间”部分，除区域内部分使用的变量之外，还有 $Theil_j$ ，其表示区域 j 的大病“治疗发生比”的 Theil 指数，反映区域 j 内的各地区之间的差异。

3 大病发生的地理分析

3.1 大病发生的地理分布

中国 6 种大病存在比较明显的空间分异性（图 1）。肺癌发生强度华东较高为 18.58%，其次是西南为 16.67%，西北最低为 9.32%。胃肠道癌发生强度东北、华东和华北较高，分别为 16.50%、16.22% 和 16.09%，西南较低为 11.59%。乳腺癌发生强度空间分异程度最小，东北较高为 12.26%，西北和西南较低，分别为 9.00% 和 8.26%。脑卒中发生强度西部较高，西北为 9.00%，西南为 8.26%，东北较低为 4.56%。对于急性心梗发生强度，北方较高，西北、华北和东北分别为 14.91%、13.96% 和 11.35%。甲状腺癌发生强度，华东较高为 4.26%，而华南和西北较低，分别为 0.97% 和 1.09%。

6 种大病发生强度的 Moran's I 指数的显著性水平均在 0.001 以下（表 1），表明 6 种大病的发生均存在非常强的空间聚集性。从不同大病的 Moran's I 指数看，最高的是急性心梗，其指数达到了 0.5917，最低的是乳腺癌，其指数也达到了 0.1807。6 种大病的空间聚集性，由强到弱的排序为急性心梗、肺癌、甲状腺癌、胃肠道癌、脑卒中和乳腺癌。

表 1 6 种大病发生占比在地级地区的空间自相关检验

Tab. 1 Spatial autocorrelation test of six types of severe diseases' occurrence proportion in prefecture-level regions						
	肺癌	胃肠道癌	乳腺癌	脑卒中	急性心梗	甲状腺癌
Moran's I	0.4116	0.3653	0.1807	0.2165	0.5917	0.3790
Z 值	10.2431	8.9393	4.3279	5.6663	14.9529	9.3000
显著性水平	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
空间格局	强聚集	强聚集	强聚集	强聚集	强聚集	强聚集

3.2 大病发生的影响因素

3.2.1 地理探测器分析 表 2 为 14 个地理因素对 6 种大病发生的探测力值。从整体上看，地理因素与大病发生之间存在较强的关联，大部分单元格中显示的探测力值在统计上是显著的（在 5% 的水平上）。比较自然地理因素和人文地理因素可知，8 个自然地理因素与 6 种大病的关联度平均为 11.10%，大于 6 个人文地理因素与 6 种大病的平均关联度（7.84%）。各个地理因素与大病发生的关联度中平均海拔最高，其次是地形起伏度和城镇化率，而年均风速和公共卫生资源明显弱于其他地理因素。不同病种中，急性心梗和肺癌与地理因素的关联度较高，胃肠道癌和脑卒中与地理因素的关联度较低。在地理因素与大病类型的组合上，平均海拔与肺癌关联度很高，达到了 25.41%，明显超过平均海拔的关联度的平均值（15.47%）和肺癌的关联度的平均值（14.34%），这说明平均海拔对

表2 自然及人文地理因素对地级地区6种大病发生占比的探测力值(%)
Tab. 2 Detection power of natural and human geographical factors on the occurrence proportion of six types of severe diseases in prefecture-level regions (%)

地理因素		肺癌	胃肠道癌	乳腺癌	脑卒中	急性心梗	甲状腺癌	平均值
自然地理因素	平均海拔	25.41	8.82	11.51	9.65	20.82	16.63	15.47
	地形起伏度	18.99	3.81	12.05	9.77	20.23	9.78	12.44
	1月平均气温	18.18	5.57	7.59	3.98	24.71	7.94	11.33
	7月平均气温	16.65	4.28	5.52	6.93	25.75	9.36	11.42
	年降水量	24.03	6.67	5.78	3.64	23.64	6.19	11.66
	年均相对湿度	21.01	2.70	4.81	3.19	27.46	8.09	11.21
	年日照时数	19.31	4.02	5.80	1.37	24.99	6.01	10.25
	年均风速	4.26	4.46	7.27	4.91	3.52	5.70	5.02
人文地理因素	收入水平	7.53	4.14	10.85	3.80	8.23	23.49	9.67
	城镇化率	12.90	4.74	23.28	6.19	7.29	17.99	12.07
	教育水平	9.14	2.83	8.81	4.04	8.78	9.01	7.10
	公共卫生资源	4.48	2.25	4.48	4.00	3.16	8.06	4.41
	水污染	10.09	3.68	11.69	5.53	8.43	9.00	8.07
	空气污染	8.79	4.58	4.30	3.51	9.64	3.35	5.70
	平均值	14.34	4.47	8.84	5.04	15.48	10.04	

注：每个地理因素均被等分为10层,使得它们解释力的差异不是由层数不同造成的。

肺癌的发病有影响。又如，公共卫生资源与急性心梗的关联度低，为3.16%，低于公共卫生资源的关联度的平均值（4.41%）和急性心梗的关联度的平均值（15.48%），说明公共卫生资源对急性心梗的发病没有什么影响。

3.2.2 多因素回归分析 基于地理学和区域发展知识，并通过计算两两因素的Pearson相关系数可知，很多影响因素之间是显著相关的。自然地理因素之间比人文地理因素之间的相关系数更高，而在与其他因素相关系数的绝对值上，最高的3个因素是年降水量、1月平均气温和7月平均气温。采用逐步回归方法估计6种大病的影响因素，结果见表3。

肺癌。地形起伏会促进人的运动，提升肺部细胞生存能力，并且地形起伏大的地区的环境质量整体上较好，所以地形起伏度的影响为负。冬季气温较低，会让居民更多留在室内，减少了对户外空气污染的暴露，并且低温会减少呼吸道病毒的传播，从而有助于降低患肺癌风险。降水可以对空气中的污染物进行洗涤和稀释，有助于降低患肺癌风险。中国的高收入地区通常存在更多的工业污染和职业暴露风险，从而增加患肺癌风险。

胃肠道癌。生活环境的湿度越高，细菌和霉菌生长越快，空气中气溶胶物质的传播力也越强，不利于胃肠道健康。高强度的紫外线辐射影响肠道黏膜和免疫系统，增加患胃肠道癌风险。发展公共卫生事业会促进人们健康饮食，改进感染病控制措施，如积极治疗幽门螺杆菌。水污染会让人更多摄入重金属、原微生物、寄生虫等，在胃肠道积累致癌因素。

乳腺癌。较高的冬季温度会促进人体对维生素D的合成，促进雌激素分泌，有助于降低患乳腺癌风险。乳腺疾病的体检发现率高，而城镇居民和教育程度高的居民会更多接受早期乳腺疾病筛查，更能发现早期乳腺癌。空气污染中的颗粒物和化学物质会引发氧化应激和炎症反应，其中的多环芳烃、挥发性有机物、重金属等会损害乳腺。

脑卒中。脑血管疾病的发生原因包括遗传因素、高血压、高血脂、糖尿病、吸烟、肥胖、不良饮食习惯、缺乏体力活动等。较高的风速可能造成血压升高、血流动力学的

表3 地级地区大病发生占比的多因素回归分析

Tab. 3 Multivariable regression analysis on the proportion of severe disease occurrence in prefecture-level regions						
	肺癌	胃肠道癌	乳腺癌	脑卒中	急性心梗	甲状腺癌
常数项	0.150*** (0.003)	0.158*** (0.003)	0.107*** (0.002)	0.074*** (0.004)	0.100*** (0.004)	0.030*** (0.001)
平均海拔				0.021 (0.013)	0.033*** (0.009)	-0.005*** (0.002)
地形起伏度	-0.014** (0.005)		-0.005 (0.003)			
1月平均气温	-0.012** (0.004)	-0.005 (0.003)	-0.005** (0.002)			-0.003 (0.002)
7月平均气温						0.009** (0.003)
年降水量	-0.028*** (0.005)				-0.026** (0.009)	0.010** (0.003)
年均相对湿度		0.019*** (0.004)			0.005 (0.004)	-0.003 (0.002)
年日照时数		0.015*** (0.004)			0.010 (0.006)	0.005* (0.002)
年均风速				0.005* (0.002)		
收入水平	0.007** (0.003)	-0.004 (0.003)	0.005 (0.003)		-0.006** (0.002)	0.009*** (0.001)
城镇化率			0.015*** (0.004)	-0.009 (0.005)		
教育水平	0.003 (0.002)		0.004* (0.002)	-0.003 (0.002)	-0.008** (0.003)	0.004*** (0.001)
公共卫生资源		-0.011*** (0.001)		-0.014* (0.006)		0.002 (0.001)
水污染		0.003* (0.002)				
空气污染			0.006** (0.002)		-0.003 (0.003)	
拟合优度	0.37	0.16	0.36	0.21	0.55	0.41
样本量	294	294	294	294	294	294

注：采用逐步回归分析，每轮去掉一个最不显著的影响因素，直到所有影响因素的P值小于0.1；***、**、*分别表示影响因素在0.1%、1%、5%的水平上显著。

改变，从而对脑血管系统产生压力。公共卫生资源好的地区会更多开展健康教育和宣传活动，促使居民形成积极的生活方式，预防脑卒中发生。

急性心梗。高海拔地区的气压低，氧气含量较少，让人体内的气压相应下降，进而容易诱发心肌缺氧，增加心梗风险。降水可以净化空气，有助于减少心血管系统的炎症反应和氧化应激，降低心梗风险。高收入人群更倾向于低脂肪、低糖、低盐的食物，更少吸烟、饮酒的习惯，所以心梗风险较低。平均而言，教育水平越高的人越了解心血管疾病的危险因素和应对措施，更能在早期症状出现时采取急救措施抑制心梗。

甲状腺癌。高海拔地区的环境质量整体上更高，低气压还可以保护免疫系统，从而降低患甲状腺癌风险。高温对甲状腺癌的影响还没有强有力的研究证据。降水中可能含有放射性物质，如放射性碘，会促进真菌的生长和繁殖，可能增加患甲状腺癌风险。高

日照地区的紫外线辐射较强，对甲状腺有一定的损伤作用。甲状腺癌的体检发现率高，而收入高和教育程度高的居民更有能力和意识进行常规体检，发现早期甲状腺癌。

已有文献研究过一个或多个地理因素对某种大病发生的影响，但是他们关于某个地理因素对某种大病发生影响“程度”的研究发现通常有较大差异，关于影响“方向”的研究发现也不乏相反的情况。这种结论的高度不一致的情况主要因为大病发生是一系列复杂因素长期发展的结果，也与研究样本的局限性有关。因而，本文的宏观研究结果叠加现有研究结果分析，对中国和各地区公共卫生领域的实际决策具有价值^[1, 45]。

比较表3中6个回归方程中的拟合优度（ R^2 ）可知，6种大病被地理因素的解释程度从高到低的排序为急性心梗、肺癌、甲状腺癌、乳腺癌、脑卒中和胃肠道癌，与表2中6种大病根据地理探测器得到的探测力值的平均值的排序，仅略有不同。

为去除性别和年龄的差异，将式（1）中“ $y_{\text{去除性别和年龄因素}_i}$ ”作为式（4）中的因变量，重新进行回归（表4）。表4结果与表3接近，差异在于肺癌的回归中剔除

表4 针对地级地区大病发生占比的多因素回归分析

Tab. 4 Multivariable regression analysis on the proportion of severe disease occurrence in prefecture-level regions						
	肺癌	胃肠道癌	乳腺癌	脑卒中	急性心梗	甲状腺癌
常数项	0.150*** (0.003)	0.158*** (0.003)	0.107*** (0.002)	0.074*** (0.004)	0.100*** (0.004)	0.030*** (0.001)
平均海拔					0.020* (0.009)	-0.007*** (0.002)
地形起伏度						
1月平均气温	-0.016*** (0.003)	-0.009* (0.004)				-0.005** (0.002)
7月平均气温						
年降水量	-0.026*** (0.004)				-0.024** (0.008)	0.012*** (0.003)
年均相对湿度		0.019*** (0.004)			0.005 (0.004)	-0.003 (0.002)
年日照时数		0.014*** (0.003)			0.011* (0.005)	0.006** (0.002)
年均风速			0.005*** (0.001)	0.005* (0.002)		
收入水平	0.013*** (0.003)		0.004 (0.002)		-0.001 (0.004)	0.006*** (0.001)
城镇化率			0.016*** (0.003)	-0.012 (0.007)	-0.008 (0.005)	
教育水平	0.004 (0.002)			-0.003 (0.002)	-0.006* (0.002)	0.003** (0.001)
公共卫生资源		-0.006*** (0.001)	-0.008*** (0.001)	-0.008*** (0.002)	0.011* (0.005)	
水污染		0.003* (0.002)				
空气污染			0.005** (0.002)		-0.004 (0.003)	
拟合优度	0.36	0.14	0.36	0.19	0.55	0.41
样本量	294	294	294	294	294	294

注：去除性别和年龄因素，采用逐步回归分析，每轮去掉1个最不显著的影响因素，直到所有影响因素的P值小于0.1；***、**、*分别表示影响因素在0.1%、1%、5%的水平上显著。

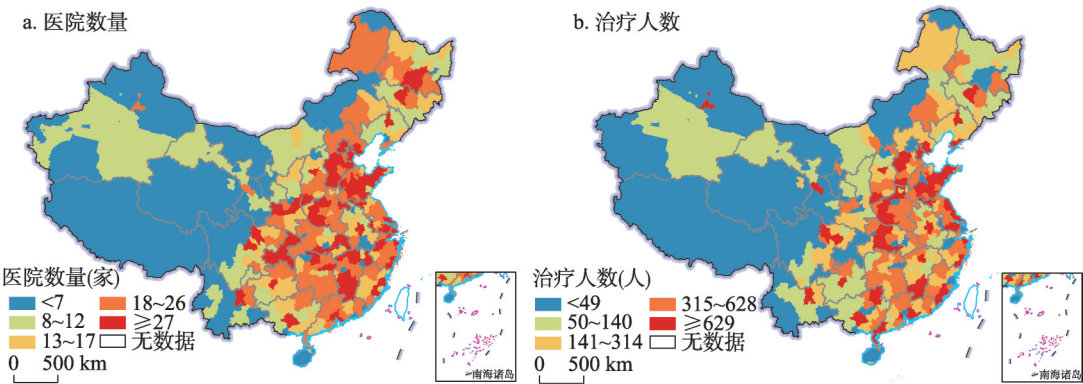
了地形起伏度；乳腺癌的回归中剔除了1月平均气温和教育水平，增加了平均风速。表4中6种大病的拟合优度（ R^2 ）的排序与表3基本一致，区别仅在肺癌的拟合优度大于乳腺癌。综上，在考虑性别和年龄因素后，表3中的绝大部分发现和结论是比较稳健的。

4 大病治疗的地理特征

4.1 医院和治疗人数的地理分布

大病医疗服务的主要供给方是医院，医院的分布受自然、经济、社会、政治等因素的影响，有显著的地区差异。图2a显示，中国大病治疗医院集中在华北和华东，其次是华中、华南和东北，再次是西南，最后是西北。“胡焕庸线”两壁的地理差异很明显。大病患者数目，其与医院数目的地理分布比较相似（图2b）。采用Theil指数计算各地区医院数目的不平等程度和治疗人数的不平等程度，分别为0.3582和1.0780。说明在大病医疗资源上更为密集地区，医院的技术水平和对患者的吸引力更强，医院的平均诊疗规模也更大。

不同大病在发生紧急性和治疗难度、患者行动便利程度等方面有不同特点，因此，本文计算了6种大病的治疗情况在各地区的Pearson相关关系（表5）。① 整体上看，6种大病在治疗上的地区分布显著正相关，两两相关系数均在0.01的水平上显著。② 不同大病之



注：基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2020)4630号的标准地图制作，底图边界无修改。

图2 2018年10月—2022年3月地级地区治疗大病的医院数量和治疗人数

Fig. 2 Number of hospitals and patients of six types of severe diseases in prefecture-level regions from October 2018 to March 2022

表5 地级地区之间医院数的相关性和患者数的相关性

Tab. 5 Correlation of hospital numbers and patient numbers among prefecture-level regions

	肺癌	胃肠道癌	乳腺癌	脑卒中	急性心梗	甲状腺癌
肺癌	1, 1					
胃肠道癌	0.63, 0.96	1, 1				
乳腺癌	0.65, 0.96	0.62, 0.96	1, 1			
脑卒中	0.55, 0.94	0.57, 0.92	0.59, 0.94	1, 1		
急性心梗	0.44, 0.77	0.38, 0.84	0.35, 0.90	0.38, 0.82	1, 1	
甲状腺癌	0.45, 0.95	0.47, 0.92	0.42, 0.95	0.40, 0.93	0.27, 0.79	1, 1

注：逗号前的数字为医院数目的相关系数，逗号后的数字为治疗人数的相关系数。

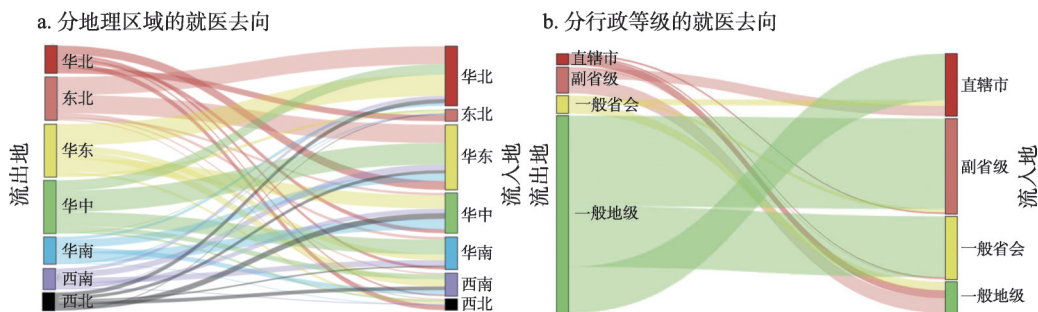
间的医院数目相关系数和治疗人数相关系数差别不大，其中，肺癌、胃肠道癌和乳腺癌与其他大病的相关系数要高于急性心梗与其他大病的相关系数。③ 不同大病与医院数目的相关系数明显小于与治疗人数的相关系数，这是因为医院数目的相关性反映了医疗服务供给侧的相关性，而治疗人数的相关性反映了医疗服务供给侧和需求侧的双重相关性。

4.2 异地就医的目的地

如果大病的发生与有质量的医疗资源的分布在空间上匹配得不好，那么更多患者要去外地就医，增加患者的经济和心理负担^[49]，并可能影响就医质量^[50]。要优化医疗资源空间配置，需要分析各地区的大病患者选择就医去处。

图3a按照7个地理区域划分的患者的就医去向发现：① 华北和华东是异地就医净流入地，二者是高质量医疗资源丰富的区域；② 华北患者的异地就医地较为分散，东北患者的异地就医地更多是华北，华东患者的异地就医地更多是华北和华中，华中患者的异地就医地更多是华中和华南，华南患者的异地就医地更多是华东和华中，西南患者的异地就医地更多是华南和华东，西北患者的异地就医地更多是华中和华北。研究表明，患者选择异地就医目的地时，主要考虑了地理位置远近和医疗服务水平。

图3b将各地区分为4个行政等级，比较图的左端和右端可以发现，直辖市（4个）、副省级城市（15个）和一般省会（州府）城市（23个）是异地就医的净流入地，而一般地级市是异地就医的净流出地。高质量医疗资源的配置在较大程度上受城市行政级别的影响。值得注意的是，副省级城市的患者到一般省会城市就医的少，一般省会城市的患者到副省级城市就医的也少。可能因为副省级城市和省会城市之间的地理距离一般较远，且他们的综合发展程度和医疗资源水平接近。这两种地区的患者的异地就医目的地更多是直辖市（以寻求更好的医疗服务）和一般地级城市（可能是为了亲属陪伴）。



注：华北包括北京、天津、山西、河北和内蒙古中部；东北包括辽宁、吉林、黑龙江和内蒙古东部的呼伦贝尔、兴安、通辽、赤峰；华东包括上海、江苏、浙江、安徽、山东和福建；华中包括河南、湖北、湖南和江西；华南包括广东、广西和海南；西南包括重庆、四川、贵州、云南和西藏；西北包括陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆和内蒙古的阿拉善。

图3 大病患者异地就医去向的地理分布

Fig. 3 Geographical distribution of out-of-region medical treatment destinations for severe disease patients

5 治疗发生比的地理不平衡

为了较精确地反映一个地区大病医疗服务的供给满足自身需求的程度，本文定义一个地区的大病治疗发生比，为该地区大病的“治疗人数/发生人数”。一个地区的大病治疗发生比 >1 ，说明该地区在满足大病患者治疗上存在医疗资源盈余；一个地区的大病治疗发生比 <1 ，说明该地区在满足大病患者治疗上存在医疗资源缺口。这里的医疗资源虽然是指医生数、病床数、器材数等数量指标，但需要首先在质量上符合大病患者的要求。

本文采用 Theil 指数研究 3 种常用的地理分区方式下的大病治疗发生比的地理不平衡。① 7 个地理区域（华北、东北、华东、华中、华南、西南和西北）；② 根据“秦岭—淮河”划分的北方和南方（不含西藏自治区）；③ 根据“胡焕庸线”划分的西北和东南。为了分析大病治疗发生比地理不平衡程度的演变，从大病的发生端和治疗端分别进行出生世代（Cohort）分析：在大病发生端，研究患者的出生时段；在大病治疗端，研究医院的建立时期。

5.1 大病发生端(患者)分析

患者是大病医疗服务的需求方。出生时期、居住地和患病特征差异导致就医行为特征也有差异^[51]。本文基于对病例进行均等分割的原则，结合年轻人发病率低、高龄老人人数少的现实，将患者的出生世代分为 1949—1959 年、1960—1969 年、1970—1979 年、1980—1989 年和 1990—2021 年 5 组，占比依次为 19.8%、29.5%、21.7%、19.6% 和 10.01%。

计算不同出生时段的各地区及全国大病治疗发生比的 Theil 指数，发现前 3 个出生世代的 Theil 指数比较平缓，而在 1990—2021 年出生时段，Theil 指数较大幅度上升，达到 0.12（图 4）。因此，对于 1990—2021 年出生的患者群体，大病治疗发生比指标明显高于更早时期出生的患者群体，主要是由于更晚出生的人群在患病后更会去发达地区寻求医疗救治。

7 个区域地理分区分解结果显示（图 4a），整体上，西南、西北和华南的区域间差距始终较大，而华东和华中的区域间差距始终较小，医疗资源配置时应先关注西南、西北和华南的落后地区；随着患者出生时段的推移，大部分的区域内差距有所上升，其中，

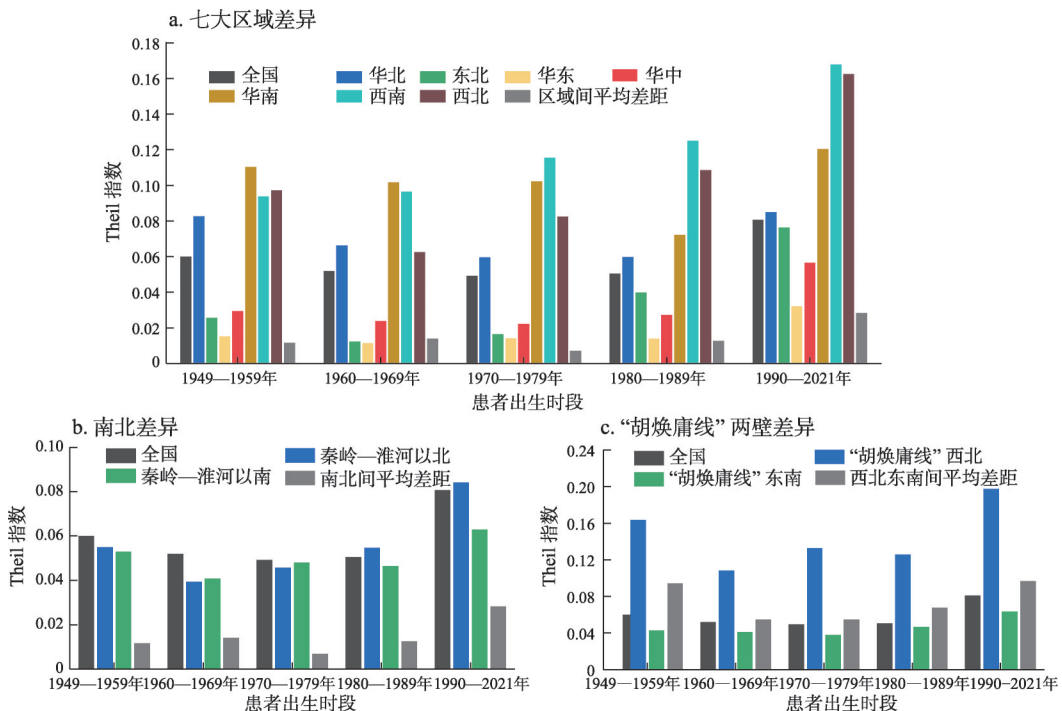


图4 不同出生时段患者的大病治疗发生比的不平衡

Fig. 4 Inequality in treatment-to-occurrence ratio of severe disease among prefecture-level regions grouped by patient birth periods

东北和西北地区的区域内差距上升更快。说明这2个地区的年轻大病患者更会去外地寻求医疗救治。随着当前的年轻人逐渐成为大病患者的主体,北方不同地区的高质量的大病医疗服务供需矛盾大概率会更加突出,值得关注。

南、北方分析结果显示(图4b),整体上,北方内部差距与南方内部差距接近,二者均大于南北间平均差距,因此在大病医疗服务供需匹配上,南、北方的差距相对小;北方内部差距从1960—1969年出生时段开始较快上升,南方内部差距的上升相对缓慢,南北间平均差距从1970—1979年出生时段开始较快上升,因此,北方地区高质量大病医疗服务不足的情况将会更突出。

“胡焕庸线”两壁分析发现(图4c),整体上西北半壁内部差距大于东南半壁,所以西北部分地区的医疗资源更为匮乏。通过与图4b对比可知,“胡焕庸线”两壁差异明显大于南北差距,前者达到了后者的3倍左右。从不同出生时段上看,西北半壁内部差距的上升幅度较大,东南半壁内部差距和西北东南间平均差距的上升幅度较小。这说明随着当前年轻人的居住和就医方式逐渐成为主流,增加西北半壁地区的大病医疗服务供给更为迫切。

5.2 大病治疗端(医院)分析

医院是大病治疗服务的主要供给方,样本中患者的就诊医院建立于1844—2021年。本文根据对病例进行均等分割的原则,将医院建立年份设置4个时间节点,分为5组:第1组为1912年以前建立;第2组为1940年以前建立;第3组为1950年以前建立;第4组为1963年以前建立;第5组为2021年以前建立。这5组医院治疗的病例在样本病例总数的占比依次为20.6%、39.4%、60.5%、80.5%和100%。如果医院在建立选址时,向大病高发的地区进行了倾斜,那么,全国大病治疗发生比的不平等程度将下降;反之,不平等程度将上升。

对于每组医院,找出其治疗的患者的常住地(即疾病发生地),进而计算各地区的大病治疗发生比以及全国的大病治疗发生比的Theil指数。然后,按地理分区进行分解(图5)。Theil指数呈现快速下降趋势说明,新建医院显著缓解了大病医疗服务供需的地理不平衡。

7个地理区域内部差距中,西北最大,东北其次,华中和华东最小。随着新医院的建立,7个区域的相对差距呈现缩小的态势,西南区域内部差距从较大下降到居中。7个区域间平均差距比较平稳,20世纪初远小于7个地理区域内部差距,到21世纪20年代超过了东北、华东和华中这3个区域的内部差距。从20世纪初开始,中国经济社会发展的地理格局历经了几次变化,1949年后新建医院的选址时考虑了各地区大病治疗供需的差距。

南、北方分析结果显示(图5b),北方内部差距一直大于南方内部差距。1949年以后,北方内部差距和南方内部差距之间的差距已经处于较低的水平。南北间平均差距一直小于北方内部差距和南方内部差距。因此,北方和南方的区域内差距是全国不平衡的主导因素。

“胡焕庸线”两壁差异分析发现(图5c),西北半壁的内部差距始终大于东南半壁的内部差距,二者数值大小的差距呈现较快缩小态势。西北半壁和东南半壁间平均差距下降缓慢,已经大于了东南半壁内部差距,与西北内部差距很接近。因此,“胡焕庸线”两壁医疗资源的差异值得关注,新建医院时应当更多考虑西北地区。“胡焕庸线”两壁间平均差距大于南、北方间平均差距(图5b),这进一步说明“胡焕庸线”两壁间的差异大于南、北方间的地理差异。

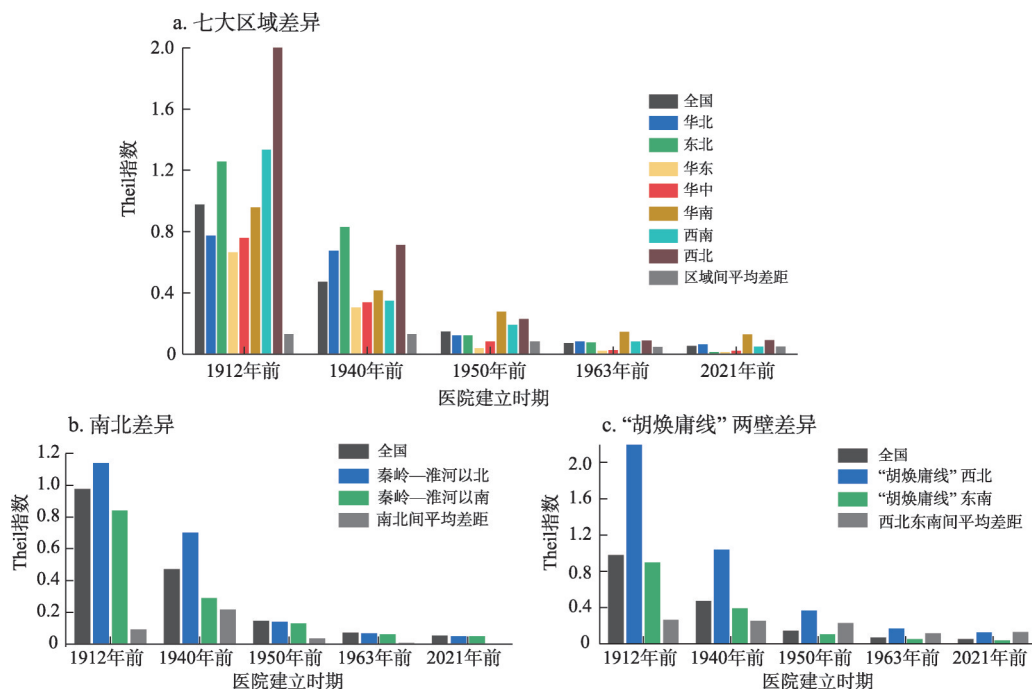


图5 不同时期建立医院的大病治疗发生比的不平衡

Fig. 5 Inequality in treatment-to-occurrence ratio of severe diseases among prefecture-level regions grouped by hospital establishment periods

6 结语

6.1 结论

重大疾病的发生及治疗是民众及政府关注的大问题，是健康中国建设的重要对象之一。大病的发生和治疗均呈现显著的空间分异性，因此应从地理视角加强研究。本文收集和挖掘了中国代表性大病互助平台公示的20多万个个体的信息，得到了以下发现：

(1) 在大病发生的地理分布及影响因素上，肺癌、胃肠道癌、乳腺癌、脑卒中、急性心肌梗塞和甲状腺癌的空间聚集程度高；多个自然地理因素和多个人文地理因素对大病的发生有显著影响，但是不同大病的影响因素差异很大。

(2) 在大病治疗的地理分布上，华北和华东的医疗供给较多，各地区在治疗人数上的差距大于在医院数目上的差距；6种大病的医疗资源的地理分布的相似性很高；患者在选择异地就医的目的地时主要考虑了地理距离和医疗水平。

(3) 在大病治疗发生比的地理不平等上，“胡焕庸线”反映的地理差异问题值得关注；随着患者的出生世代向后推移，大病医疗供求的地理不平等程度很可能提高；自20世纪以来，各时期新建的医院均显著缓解了大病医疗供求的地理不平等。

6.2 讨论

对大病的预防和早期管理应注意因地制宜，本文提出以下3点政策建议。① 鼓励各地在大病预防工作中，加强关注与本地地理特征高度关联的大病，特别是对肺癌、急性心梗、甲状腺癌等地区差异大的大病。② 各地区可以对本地的高发大病针对性地建设体检服务，进而及时干预，抑制疾病恶化。③ 中国健康保险的条款和费率设计中，除在粤

港澳大湾区有专属产品之外,很少进行地区差异设计。在商业伦理允许的前提下,保险部门可加强利用地理因素,为各地区设计差异化费率。

对于改善大病医疗资源的空间配置,本文提出以下3点政策建议。①在医疗资源配置上,应优先关注“胡焕庸线”西北的区域,其次是东北地区。在西北甚至整个西部地区,应当对不同城市进行区别,缩小区域内部的差距。在增加医疗资源的方式上,增加医院的数目或扩大单个医院规模均是有效措施。②在增加优质医疗资源时,对于肺癌(呼吸科)、乳腺癌(乳腺外科)和胃肠道癌(消化科)可以更多增设专科医院,以及在年轻人占比高的地区增设医院。③对医院进行空间规划时应考虑空间外溢性,即考虑能够满足外地患者就医的程度。这可以从医疗或医保部门入手收集详细的信息,结合使用地理信息系统、运筹学等方法,优化居民就医地理距离和就医时长等目标。

本文能为中国和各地区完善大病的预防、控制和治疗提供一定的数据支持,但仍存在以下局限性。①本文对地区考虑了常住地和就医地,而很多大病受基因影响,如果能获得患者的出生地的信息,就可以采用某种分解方法区分先天因素和后天因素,丰富地理因素对健康影响的结论。②本文采用全国性大病互助平台(可视为一种疾病保险)的数据,而互助平台参与人群在经济状况、风险偏好、身体素质等方面与全体国民有一定差异。③受制于数据可得性,本文没有研究大病医疗费用、治疗效果、死亡率等地理空间差异也很大的问题。

参考文献(References)

- [1] Gong Shengsheng, Wang Wuwei, Yang Linsheng, et al. The key fields and action suggestions of geography participating in the construction of Healthy China. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(8): 1851-1872. [龚胜生, 王无为, 杨林生, 等. 地理学参与健康中国建设的重点领域与行动建议. *地理学报*, 2022, 77(8): 1851-1872.]
- [2] Yang Linsheng, Li Hairong, Li Yonghua, et al. Progress of medical geography and environmental health studies. *Progress in Geography*, 2010, 29(1): 31-44. [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.]
- [3] Yang Linsheng, Wang Wuyi, Tan Jian'an, et al. Overview on the research works in the field of environmental geography and human health. *Geographical Research*, 2010, 29(9): 1571-1583. [杨林生, 王五一, 谭见安, 等. 环境地理与人类健康研究成果与展望. *地理研究*, 2010, 29(9): 1571-1583.]
- [4] Jones K, Moon G. *Health, Disease and Society: A Critical Medical Geography*. London: Routledge, 2022.
- [5] Committee of the Atlas of Endemic Diseases and Environment of the People's Republic of China. *Atlas of Endemic Diseases and Environment of the People's Republic of China*. Beijing: Science Press, 1989: 40-193. [中华人民共和国地方病与环境图集编纂委员会. *中华人民共和国地方病与环境图集*. 北京: 科学出版社, 1989: 40-193.]
- [6] Liu Changming, Zheng Du, Cui Peng, et al. Innovative development and prospect of physical geography. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(12): 2547-2569. [刘昌明, 郑度, 崔鹏, 等. 自然地理学创新发展与展望. *地理学报*, 2020, 75(12): 2547-2569.]
- [7] Zhang S W, Sun K X, Zheng R S, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2015. *Journal of the National Cancer Center*, 2021, 1(1): 2-11.
- [8] Sun Han, Nie Feifei, Shen Jun, et al. The air pollution, the spatial spill-over and the public health. *China Population, Resources and Environment*, 2017, 27(9): 35-45. [孙涵, 聂飞飞, 申俊, 等. 空气污染、空间外溢与公共健康: 以中国珠江三角洲9个城市为例. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(9): 35-45.]
- [9] Huo Lishuang, Liu Fengyu, Gao Chen, et al. Prevalence of thyroid nodules in mainland China: A meta-analysis. *Journal of Hebei Medical University*, 2017, 38(2): 138-141, 205. [霍立双, 刘丰雨, 高琛, 等. 我国大陆地区甲状腺结节患病率Meta分析. *河北医科大学学报*, 2017, 38(2): 138-141, 205.]
- [10] Yang Siqi, Xing Xiaoyue, Dong Weihua, et al. The spatio-temporal response of influenza A (H1N1) to meteorological factors in Beijing. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(3): 460-473. [杨斯棋, 邢潇月, 董卫华, 等. 北京市甲型H1N1流感对气象因子的时空响应. *地理学报*, 2018, 73(3): 460-473.]
- [11] Wang Yingjing, Zhang Mingxin, Li Hao, et al. Analysis of the influence of regional geographical environmental factors on the incidence of influenza in China. *Geographical Research*, 2022, 41(8): 2311-2324. [王莹婧, 张明鑫, 李浩, 等. 区

- 域地理环境因素对中国流感发病的影响分析. 地理研究, 2022, 41(8): 2311-2324.]
- [12] Li Hao, Zhang Mingxin, Wang Ran. The effects of regional geographical factors on children's respiratory diseases in Jingyuan, Ningxia. *Geographical Research*, 2019, 38(12): 2889-2898. [李浩, 张明鑫, 汪冉. 区域地理环境因素对宁夏泾源县儿童呼吸系统疾病的影响. 地理研究, 2019, 38(12): 2889-2898.]
- [13] Wang Ruoyu, Huang Baishi, Pan Zhuolin, et al. Spatial pattern evolvement of the distribution of foodborne illness in China and its influence mechanism. *World Regional Studies*, 2020, 29(1): 168-180. [王若宇, 黄柏石, 潘卓林, 等. 中国居民食源性疾病的地理分布及影响因素分析. 世界地理研究, 2020, 29(1): 168-180.]
- [14] Wang Y, Guo B, Pei L, et al. The influence of socioeconomic and environmental determinants on acute myocardial infarction (AMI) mortality from the spatial epidemiological perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022, 29(42): 63494-63511.
- [15] Li Junqing, Yang Jimei, Zhai Lixue, et al. Impact of environmental pollution on female breast nodular diseases in rural areas. *Journal of Environmental Hygiene*, 2021, 11(1): 44-48. [栗俊青, 杨继美, 翟丽雪, 等. 环境污染对农村地区女性乳腺结节发病的影响. 环境卫生学杂志, 2021, 11(1): 44-48.]
- [16] Song M, Huang X, Wei X, et al. Spatial patterns and the associated factors for breast cancer hospitalization in the rural population of Fujian Province, China. *BMC Women's Health*, 2023, 23(1): 247. DOI: 10.1186/s12905-023-02336-w.
- [17] Pang Xinrui, Ge Miao, Wang Jing, et al. Effect of geographical factors on reference values of creatine kinase isoenzyme. *Geographical Research*, 2022, 41(6): 1700-1714. [庞欣蕊, 葛淼, 王晶, 等. 地理环境因子对肌酸激酶同工酶参考值的影响. 地理研究, 2022, 41(6): 1700-1714.]
- [18] Zhao Xueyan, Wang Weijun, Wan Wenyu. Regional inequalities of residents' health level in China: 2003-2013. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(4): 685-698. [赵雪雁, 王伟军, 万文玉. 中国居民健康水平的区域差异: 2003—2013. 地理学报, 2017, 72(4): 685-698.]
- [19] Gong Shengsheng, Chen Yun. Temporal-spatial relationship between health resources and residents' health in Southern China. *Geographical Research*, 2020, 39(1): 115-128. [龚胜生, 陈云. 中国南方地区卫生资源与居民健康的时空关系. 地理研究, 2020, 39(1): 115-128.]
- [20] Li Lin, Zeng Weiping. Spatio-temporal evolution and influencing factors of urban public health level in China. *Geographical Research*, 2022, 41(10): 2760-2776. [李琳, 曾伟平. 中国城市公共健康水平的时空演化及其影响因素. 地理研究, 2022, 41(10): 2760-2776.]
- [21] Pan Zehan, Wu Lianxia, Zhuo Chong, et al. Spatial pattern evolution of the health level of China's older adults and its influencing factors from 2010 to 2020. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(12): 3072-3089. [潘泽瀚, 吴连霞, 卓冲, 等. 2010—2020年中国老年人口健康水平空间格局演变及其影响因素. 地理学报, 2022, 77(12): 3072-3089.]
- [22] Yang Zhen, Ding Qiyan, Wang Nian, et al. Distribution characteristics of health vulnerability and its influence factors in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(1): 135-142. [杨振, 丁启燕, 王念, 等. 中国人口健康脆弱性地区差异与影响因素分析. 地理科学, 2018, 38(1): 135-142.]
- [23] Hu Rui, Shen Shanshan, Hu Xijiang. To analyze the effects of season and temperature on neonatal thyroid stimulating hormone in Wuhan. *Chinese Journal of Birth Health & Heredity*, 2023, 31(5): 987-990. [胡睿, 沈姗姗, 胡晔江. 武汉地区季节和温度对新生儿促甲状腺激素的影响及分析. 中国优生与遗传杂志, 2023, 31(5): 987-990.]
- [24] Zheng Wensheng, Jiang Huaxiong, Ai Hongru, et al. Analysis of regional inequalities of basic medical resources supply in China. *Geographical Research*, 2015, 34(11): 2049-2060. [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. 地理研究, 2015, 34(11): 2049-2060.]
- [25] Zhou Y, Zhao K, Han J, et al. Geographical pattern evolution of health resources in China: Spatio-temporal dynamics and spatial mismatch. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 2022, 7(10): 292. DOI: 10.3390/tropicalmed7100292.
- [26] 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. [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. 地理科学, 2018, 38(6): 869-876.]
- [27] Pan J, Shallcross D. Geographic distribution of hospital beds throughout China: A county-level econometric analysis. *International Journal for Equity in Health*, 2016, 15(1): 179.
- [28] Wang J E, Du F Y, Huang J, et al. Access to hospitals: Potential vs. observed. *Cities*, 2020, 100: 102671. DOI: 10.1016/j.cities.2020.102671.
- [29] Chen W, Chen X, Cheng L, et al. Measuring accessibility to health care services for older bus passengers: A finer spatial resolution. *Journal of Transport Geography*, 2021, 93: 103068. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2021.103068.
- [30] Tao Zhuolin, Dai Teqi, Song Changqing. Improving spatial equity-oriented location-allocation models of urban medical facilities. *Acta Geographica Sinica*, 2023, 78(2): 474-489. [陶卓霖, 戴特奇, 宋长青. 空间公平导向的城市医疗设施优

- 化配置模型研究. 地理学报, 2023, 78(2): 474-489.]
- [31] Fang H, Qin X, Wu W, et al. Mutual risk sharing and fintech: The case of Xiang Hu Bao. SSRN Working Paper, 2020: 3781998. DOI: 10.2139/ssrn.3781998.
- [32] Wang X N, She K X, Bian W L. Clan culture and participation in FinTech-based risk sharing. Pacific-Basin Finance Journal, 2024, 83: 102259. DOI: 10.1016/j.pacfin.2024.102259.
- [33] Armitage P, Doll R. The age distribution of cancer and a multi-stage theory of carcinogenesis. British Journal of Cancer, 2004, 91(12): 1983-1989.
- [34] Wu Miman, Yang Peiqun. Study on the relationship between cardiovascular and cerebrovascular diseases and climate in Lingnan area. Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine, 2003, 31(5): 11-13, 68. [吴弥漫, 杨沛群. 岭南地区心脑血管疾病与气候关系研究. 中医药学报, 2003, 31(5): 11-13, 68.]
- [35] Ge Miao, Xue Ranyin, He Jinwei, et al. Geographic distribution of reference value of boys' peak expiratory flow rate based on the artificial neural networks. Geographical Research, 2014, 33(3): 451-466. [葛淼, 薛然尹, 何进伟, 等. 中国男性儿童呼气高峰流量参考值地理分布. 地理研究, 2014, 33(3): 451-466.]
- [36] Feng Zhiming, Tang Yan, Yang Yanzhao, et al. Establishment and application of human settlements environment index model (HEI) based on GIS. Acta Geographica Sinica, 2008, 63(12): 1327-1336. [封志明, 唐焰, 杨艳昭, 等. 基于 GIS 的中国人居住环境指数模型的建立与应用. 地理学报, 2008, 63(12): 1327-1336.]
- [37] Feng Zhiming, Tang Yan, Yang Yanzhao, et al. The relief degree of land surface in China and its correlation with population distribution. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(10): 1073-1082. [封志明, 唐焰, 杨艳昭, 等. 中国地形起伏度及其与人口分布的相关性. 地理学报, 2007, 62(10): 1073-1082.]
- [38] Bai Zhongqiang, Wang Juanle, Yang Yaping, et al. Characterizing spatial patterns of population distribution at township level across the 25 provinces in China. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(8): 1229-1242. [柏中强, 王卷乐, 杨雅萍, 等. 基于乡镇尺度的中国 25 省区人口分布特征及影响因素. 地理学报, 2015, 70(8): 1229-1242.]
- [39] Yin J, Wu X X, Li S P, et al. Impact of environmental factors on gastric cancer: A review of the scientific evidence, human prevention and adaptation. Journal of Environmental Sciences, 2020, 89: 65-79.
- [40] Kljakovic M, Salmond C. A model of the relationship between consultation behaviour for asthma in a general practice and the weather. Climate Research, 1998, 10(2): 109-113.
- [41] Wang Minzhen, Zheng Shan, Wang Shigong, et al. Interaction of temperature and relative humidity on emergency room visits for respiratory diseases. China Environmental Science, 2016, 36(2): 581-588. [王敏珍, 郑山, 王式功, 等. 气温与湿度的交互作用对呼吸系统疾病的影响. 中国环境科学, 2016, 36(2): 581-588.]
- [42] Shi Hailong, Qu Bo, Guo Haiqiang, et al. Effect of meteorological factors on epidemic situation of aspiratory infectious diseases in drought area. Chinese Journal of Public Health, 2006, 22(4): 417-418. [施海龙, 曲波, 郭海强, 等. 干旱地区呼吸道传染病气象因素及发病预测. 中国公共卫生, 2006, 22(4): 417-418.]
- [43] Qi W W, Ma J, Guan T J, et al. Risk factors for incident stroke and its subtypes in China: A prospective study. Journal of the American Heart Association, 2020, 9(21): e016352. DOI: 10.1161/JAHA.120.016352.
- [44] Nutbeam D, Lloyd J E. Understanding and responding to health literacy as a social determinant of health. Annual Review of Public Health, 2021, 42(1): 159-173.
- [45] Ma Jing, Chai Yanwei, Fu Tingting. Progress of research on the health impact of people's space-time behavior and environmental pollution exposure. Progress in Geography, 2017, 36(10): 1260-1269. [马静, 柴彦威, 符婷婷. 居民时空行为与环境污染暴露对健康影响的研究进展. 地理科学进展, 2017, 36(10): 1260-1269.]
- [46] Wang Jinfeng, Xu Chengdong. Geodetector: Principle and prospective. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(1): 116-134. [王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望. 地理学报, 2017, 72(1): 116-134.]
- [47] Wei H M, Liu L, Zeng S Y, et al. The mediating effect of academic achievement in geography on the relationship between family capital and geospatial thinking. Journal of Geography, 2022, 121(5-6): 149-161.
- [48] Dong E H, Liu S P, Chen M J, et al. Differences in regional distribution and inequality in health-resource allocation at hospital and primary health centre levels: A longitudinal study in Shanghai, China. BMJ Open, 2020, 10(7): e035635. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-035635.
- [49] Beckert W, Christensen M, Collyer K. Choice of NHS-funded hospital services in England. Economic Journal, 2012, 122(560): 400-417.
- [50] Brekke K R, Levaggi R, Siciliani L, et al. Patient mobility and health care quality when regions and patients differ in income. Journal of Health Economics, 2016, 50: 372-387.
- [51] Gebregziabher M, Ward R C, Taber D J, et al. Ethnic and geographic variations in multimorbidity: Evidence from three large cohorts. Social Science & Medicine, 2018, 211: 198-206.

The geographical analysis of the occurrence and treatment of severe diseases in China

WANG Xiangnan

(Institute of Finance and Banking, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100710, China)

Abstract: Severe diseases have a significant impact on patients and their families, and treating severe diseases is a basic need for people's well-being, so the issue of severe diseases is one of the key focuses in constructing a Healthy China. The occurrence and treatment of severe diseases in China show significant spatial heterogeneity. Therefore, taking geographical perspectives and methods can improve efforts to prevent severe diseases in different regions and facilitate the allocation of healthcare resources nationwide. This article collected individual samples from a national representative severe disease mutual aid platform, using prefecture-level cities as the basic analysis unit. Spatial correlation analysis, geographical detector model, multiple variables regression, geographic inequality decomposition, and cohort analysis. This article found that: (1) strong spatial clustering phenomenon exists in six severe diseases, including lung cancer, gastrointestinal cancer, breast cancer, cerebral stroke, acute myocardial infarction- and thyroid cancer; (2) several natural geographic and human geographic factors have strong explanatory power for the occurrence of severe diseases, but large variations exist in influencing factors among different diseases; (3) significant differences exist in healthcare resources among regions, leading patients to weigh both geographical distance and the quality of medical services when choosing a destination for cross-border medical treatment; (4) the disparity in the treatment-to-occurrence ratio of severe diseases across regions is large between regions divided by the Hu Huanyong Line; (5) the inequality level of the national treatment-to-occurrence ratio increased with the evolution of newer birth cohorts among patients and decreased with the establishment of new hospitals. This article concludes by suggesting policy policies tailored to local conditions to improve the prevention, control, and treatment of severe diseases.

Keywords: severe disease; hospital; geographical inequality; health geography; Healthy China; insurance