

· 监测 ·

浙江省 2015–2020 年基于空间面板模型的卒中死亡空间自相关及相关因素研究

林静静 龚巍巍 陆凤 周晓燕 方乐 徐春晓 潘劲 陈向宇 戴品远 钟节鸣

浙江省疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心, 杭州 310051

通信作者: 钟节鸣, Email: jmzhong@cdc.zj.cn

【摘要】目的 探讨 2015–2020 年浙江省卒中死亡的空间自相关分布及其宏观影响因素, 为制定卒中防控策略提供科学依据。**方法** 从浙江省慢性病监测信息管理系统获取卒中死亡数据, 通过绘制地图、空间自相关分析探索卒中死亡的空间分布特征, 采用空间面板模型分析卒中死亡与社会经济、卫生保健因素的相关性。**结果** 2015–2020 年浙江省卒中平均标准化死亡率为 68.38/10 万, 在空间分布上呈东部地区高于西部, 南部地区高于北部的趋势, 具有空间正相关性 (Moran's I 值为 0.274~0.390, $P < 0.001$)。卒中标准化死亡率与人均国内生产总值 (GDP) ($\beta = -0.370$, $P < 0.001$)、人均医疗卫生财政支出 ($\beta = -0.116$, $P = 0.021$)、每千人口床位数 ($\beta = -0.161$, $P = 0.030$) 呈负相关。缺血性卒中标准化死亡率与人均 GDP ($\beta = -0.310$, $P = 0.002$) 和高血压规范管理率 ($\beta = -0.462$, $P = 0.011$) 呈负相关, 出血性卒中标准化死亡率与人均 GDP ($\beta = -0.481$, $P < 0.001$)、人均医疗卫生财政支出 ($\beta = -0.184$, $P = 0.001$)、每千人口床位数 ($\beta = -0.288$, $P = 0.001$) 和高血压规范管理率 ($\beta = -0.336$, $P = 0.029$) 呈负相关。**结论** 2015–2020 年浙江省卒中死亡水平存在空间正相关性, 对经济相对落后的地区开展重点防治、加大政府医疗卫生资金投入、优化医疗资源配置、提升高血压患者规范管理率是降低卒中死亡率的重要举措。

【关键词】 卒中; 空间自相关; 空间面板模型

基金项目: 浙江省软科学研究计划 (2022C35013); 浙江省医药卫生科技计划 (2020RC049); 浙江省公益技术应用研究项目 (LGF22H260018)

Spatial autocorrelation and related factors of stroke mortality in Zhejiang Province based on spatial panel model in 2015-2020

Lin Jingjing, Gong Weiwei, Lu Feng, Zhou Xiaoyan, Fang Le, Xu Chunxiao, Pan Jin, Chen Xiangyu, Dai Pinyuan, Zhong Jieming

Department of Chronic and Non-communicable Disease Prevention and Control, Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou 310051, China

Corresponding author: Zhong Jieming, Email: jmzhong@cdc.zj.cn

【Abstract】 Objective To explore the spatial autocorrelation and macro influencing factors of stroke mortality in Zhejiang Province in 2015-2020 and provide a scientific basis for stroke prevention and control strategy. **Methods** The data on stroke death were obtained from Zhejiang Chronic Disease Surveillance System. The spatial distribution of stroke mortality was explored by mapping and spatial autocorrelation analysis. The spatial panel model analyzed the correlation between stroke mortality and socioeconomic and healthcare factors. **Results** From 2015 to 2020, the average stroke mortality was 68.38/100 thousand. The standard mortality of stroke was high in the areas of east and low in the west, high in the south and low in the north.

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230316-00154

收稿日期 2023-03-16 本文编辑 张婧

引用格式: 林静静, 龚巍巍, 陆凤, 等. 浙江省 2015-2020 年基于空间面板模型的卒中死亡空间自相关及相关因素研究 [J]. 中华流行病学杂志, 2023, 44(10): 1616-1621. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230316-00154.

Lin JJ, Gong WW, Lu F, et al. Spatial autocorrelation and related factors of stroke mortality in Zhejiang Province based on spatial panel model in 2015-2020[J]. Chin J Epidemiol, 2023, 44(10): 1616-1621. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230316-00154.



Moreover, positive spatial autocorrelation was observed (Moran's $I=0.274-0.390$, $P<0.001$). Standard mortality of stroke was negatively associated with per capita gross domestic product (GDP) ($\beta=-0.370$, $P<0.001$), per capita health expenditure ($\beta=-0.116$, $P=0.021$), number of beds per thousand population ($\beta=-0.161$, $P=0.030$). Standard mortality of ischemic stroke was negatively associated with per capita GDP ($\beta=-0.310$, $P=0.002$) and standard management rate of hypertension ($\beta=-0.462$, $P=0.011$). Standard mortality of hemorrhagic stroke was negatively associated with per capita GDP ($\beta=-0.481$, $P<0.001$), per capita health expenditure ($\beta=-0.184$, $P=0.001$), number of beds per thousand population ($\beta=-0.288$, $P=0.001$) and standard management rate of hypertension ($\beta=-0.336$, $P=0.029$). **Conclusions** A positive spatial correlation existed between stroke mortality in Zhejiang Province in 2015-2020. We must focus more on preventing and controlling strokes in relatively backward economic areas. Moreover, to reduce the mortality of stroke, increasing the investment of government medical and health funds, optimizing the allocation of medical resources, and improving the standard management rate of hypertension are important measures.

【Key words】 Stroke; Spatial autocorrelation; Spatial panel model

Fund programs: Soft Science Research Program of Zhejiang Province (2022C35013); Zhejiang Medical Health Science and Technology Project (2020RC049); Zhejiang Public Welfare Technology Application Research Project (LGF22H260018)

卒中是临床上常见的急性脑血管疾病,具有高发率、致残率和致死率的特点。2019 年全球疾病负担研究估计,卒中是导致全球死亡的第二大原因和残疾的第三大原因,中国因卒中导致的死亡人数约 219 万,是单病种致残率较高的疾病^[1]。研究表明,包括卒中在内的心血管疾病死亡在空间分布上存在异质性^[2-3],这可能与不同区域自然环境、社会经济、卫生保健等因素发展不平衡有关^[4-5],从宏观层面探究卒中死亡与这些因素间的关联性,可为制定卒中防控策略提供科学依据。然而,现有的卒中死亡相关因素研究多基于个体水平,从宏观因素层面开展的研究较少。此外,疾病分布普遍存在空间自相关性,即空间单元的同属性与其邻近区域相互关联^[6],在对相关因素进行建模时,传统的回归模型易忽略相邻区域的相互关系而造成偏倚,而空间面板模型可弥补该缺陷,有效控制异质性和自相关性,使估计结果更准确^[7]。该方法已在经济学领域得到广泛应用,但其在公共卫生监测数据分析的应用上较少。因此,本研究利用浙江省 2015-2020 年卒中死亡监测数据,分析卒中死亡的空间自相关性,并进一步采用空间面板模型分析与卒中死亡相关的宏观因素,为卒中防控策略的制定提供理论依据,提高人群健康水平。

资料与方法

1. 资料来源:浙江省 2015-2020 年卒中死亡时空数据来自浙江省慢性病监测信息管理系统,覆盖浙江省 11 个地市的全部区(县)。按照《国际疾病

分类》第十版(ICD-10),统计卒中(I60~I64)的死亡信息。浙江省各区(县)每年的人口数据通过公安系统获取。浙江省各区(县)社会经济、卫生保健指标数据通过统计年鉴、政府官方网站获取。高血压和糖尿病管理率数据来自浙江省 CDC。相关指标及公式见表 1。

表 1 相关指标及公式

指 标	计算公式
社会经济	
人均国内生产总值(元)	地区国内生产总值/常住人口数
人均教育财政支出(元)	教育财政支出/常住人口数
卫生保健	
人均医疗卫生财政支出(元)	医疗卫生财政支出/常住人口数
每千人口床位数(张)	卫生机构床位数/常住人口数×1 000
每千人口医生数(个)	执业医师数/常住人口数×1 000
高血压管理率(%)	管理高血压患者人数/辖区估算患者总人数×100%
糖尿病管理率(%)	管理糖尿病患者人数/辖区估算患者总人数×100%
高血压规范管理率(%)	按规范要求进行管理的高血压患者人数/管理高血压患者人数×100%
糖尿病规范管理率(%)	按规范要求进行管理的糖尿病患者人数/管理糖尿病患者人数×100%

2. 数据处理:由于构建空间面板模型要求为平衡面板数据,即不允许有缺失值,因此对于 2015-2020 年浙江省行政区划有调整且各指标数据难以统一的区(县)进行剔除,最终纳入 86 个区(县),样本覆盖率为 95.6%。为减少数据异方差性和非正态性,本研究对面板模型中涉及的变量取自然对数。

3. 统计学方法:

(1)描述性统计分析:采用第七次全国人口普查浙江省数据对 2015-2020 年各区(县)卒中死亡率进行标化,包括年龄和性别构成调整,其中年龄按 5 岁一组进行标化。采用 R 4.2.2 软件绘制浙江省卒中标准化死亡率分布地图,以及对相关指标进行统计描述。

(2)空间自相关分析:使用 Geoda 1.14.0 软件进行空间自相关分析。采用全局 Moran's *I* 系数法分析全省卒中标准化死亡率的空间自相关性,该方法通过比较目标对象的属性值和全部对象的平均属性值差异来度量空间自相关^[8]。Moran's *I* 的取值范围在 -1~1, *I*=0 表示不存在空间自相关, *I*>0 (<0) 表示存在空间正(负)相关,通过 *Z* 值检验空间自相关的显著性。本研究采用 Queen 邻接法则构建空间权重矩阵,拥有公共的边界或顶点即视为相邻。

(3)空间面板模型:本研究数据兼具时间和空间性,属于面板数据。空间面板模型相对于一般的回归模型,充分考虑了空间数据的自相关性,能提高参数估计的有效性。本研究为减少模型中自变量多重共线性的影响,采用方差膨胀因子(VIF)估算自变量多重共线性程度, *VIF*>10.00 视为多重共线性严重^[9],对相关变量进行剔除。然后选择常用的空间滞后模型和空间误差模型分析卒中死亡与社会经济、卫生保健因素的相关性,空间滞后模型考虑了因变量的空间自相关性,空间误差模型考虑了对因变量有影响的遗漏变量或不可观测的随机冲击存在的空间相关性^[10]。模型表达式:

空间滞后模型:

$$y_{it} = \lambda \sum_{j=1}^n W_{ij} y_{jt} + x_{it} \beta + u_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

空间误差模型:

$$y_{it} = x_{it} \beta + u_i + \gamma_t + \varphi_{it}$$

$$\varphi_{it} = \rho \sum_{j=1}^n W_{ij} \varphi_{jt} + \varepsilon_{it}$$

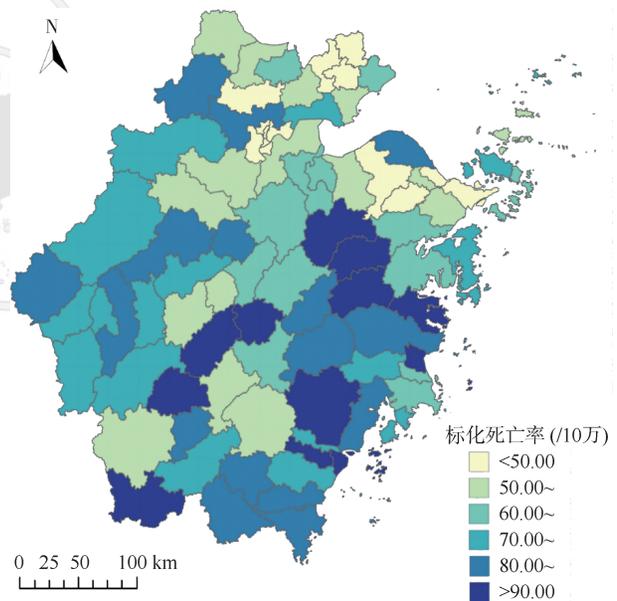
式中, y_{it} 为第 *i* 个区(县)在 *t* 时间的标化死亡率, x_{it} 为第 *i* 个区(县)在 *t* 时间的自变量观测值, β 为自变量系数, u_i 为区(县) *i* 的区(县)个体效应, γ_t 为时间效应, ε_{it} 为随机误差项, φ_{it} 为空间误差项, λ 和 ρ 分别为因变量 y_{it} 和误差项 φ_{it} 的空间自回归系数。

空间滞后模型和空间误差模型的选择可通过拉格朗日乘数(LM)检验来确定, LM 检验可对模型中因变量的空间滞后项和空间误差效应进行检验产生统计量 *LM-lag* 和 *LM-error*。若稳健性 *LM-lag* 显著而稳健性 *LM-error* 不显著,则采用空间滞后模型;若稳健性 *LM-lag* 不显著而稳健性 *LM-error* 显

著,则采用空间误差模型;若两者均不显著,则采用普通面板模型;若两者均显著,可采用空间杜宾模型^[11]。采用赤池信息准则(AIC)衡量一般线性模型、普通面板模型和空间面板模型的拟合优度。本研究模型的选择和估计在 Stata 15 软件上实现。双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

结 果

1. 基本特征:2015-2020 年浙江省卒中平均标化死亡率为 68.38/10 万,各区(县)卒中标准化死亡率最小值为 22.76/10 万,最大值为 178.71/10 万。从地图分布上看,卒中标准化死亡率在空间分布上存在一定的异质性和聚集性,总体上东部地区高于西部,南部地区高于北部。见图 1。相关宏观指标的基本特征见表 2。



注:审图号:GS(2019)3333 号

图 1 2015-2020 年浙江省卒中标准化死亡率

表 2 2015-2020 年浙江省各区(县)宏观指标基本特征(*n*=516)

变 量	<i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃)
人均国内生产总值(元)	79 149(59 238, 99 857)
人均教育财政支出(元)	2 071.90(1 711.06, 2 674.36)
人均医疗卫生财政支出(元)	903.13(622.99, 1 285.56)
每千人口床位数(张)	4.66(3.78, 5.68)
每千人口医生数(个)	5.04(4.39, 5.99)
高血压管理率(%)	42.53(39.33, 47.96)
糖尿病管理率(%)	40.83(35.66, 47.50)
高血压规范管理率(%)	66.52(63.44, 70.58)
糖尿病规范管理率(%)	66.10(63.35, 70.27)

2. 卒中死亡全局空间自相关分析: 2015–2020 年浙江省卒中标准化死亡率全局 Moran's I 值为 0.274~0.390, Z 值为 3.79~5.31 (均 $P<0.001$), 表明存在空间正相关性, 即死亡率高值与高值聚集, 低值与低值聚集, 且聚集程度呈上升趋势。见表 3。

表 3 卒中死亡全局空间自相关分析

年份	Moran's I 值	Z 值	P 值
2015	0.274	3.79	<0.001
2016	0.321	4.39	<0.001
2017	0.351	4.76	<0.001
2018	0.338	4.59	<0.001
2019	0.330	4.49	<0.001
2020	0.390	5.31	<0.001

3. 卒中死亡相关因素分析: 多重共线性分析结果显示, 糖尿病规范管理率的 VIF 值最高, 且 >10.00 , 表明多重共线性较严重, 剔除该变量后, 其余自变量 VIF 值为 1.13~5.40, 可认为多重共线性在可接受范围内, 故将糖尿病规范管理率从模型自变量中剔除。见表 4。

表 4 卒中死亡自变量多重共线性分析

变 量	剔除前 VIF	剔除后 VIF
人均国内生产总值	1.61	1.61
人均教育财政支出	3.23	3.23
人均医疗卫生财政支出	3.46	3.45
每千人口床位数	4.67	4.67
每千人口医生数	5.40	5.40
高血压管理率	2.70	2.68
糖尿病管理率	3.04	2.99
高血压规范管理率	12.07	1.13
糖尿病规范管理率	12.28	-

注: VIF : 方差膨胀因子

LM 检验结果显示, 稳健性 LM -error 显著 ($P<0.05$) 而稳健性 LM -lag 不显著 ($P>0.05$), 因此以卒

中标准化死亡率为因变量的模型应选择空间误差模型。结果显示, 卒中标准化死亡率与人均国内生产总值 (GDP) ($\beta=-0.370, P<0.001$)、人均医疗卫生财政支出 ($\beta=-0.116, P=0.021$)、每千人口床位数 ($\beta=-0.161, P=0.030$) 呈负相关, 高血压规范管理率系数呈边缘性显著 ($\beta=-0.301, P=0.051$), 人均 GDP、人均医疗卫生财政支出、每千人口床位数每增加 1%, 卒中标准化死亡率分别降低 0.370%、0.116% 和 0.161%。空间自回归系数有统计学意义 ($\rho=0.354, P<0.001$), 表明存在空间正相关性, 采用空间面板模型进行估计更科学准确。一般线性模型、普通面板模型和空间面板模型的 AIC 值分别为 208.22、-420.22 和 -442.09, 空间面板模型 AIC 值最小, 表明空间面板模型拟合效果最佳。见表 5。

4. 卒中死亡相关因素分层分析: 进一步按照卒中的分类进行分层回归分析, 根据 LM 检验结果, 缺血性卒中死亡和出血性卒中死亡模型应分别选择空间滞后模型和空间误差模型。回归结果显示, 缺血性卒中标准化死亡率与人均 GDP ($\beta=-0.310, P=0.002$) 和高血压规范管理率 ($\beta=-0.462, P=0.011$) 呈负相关, 出血性卒中标准化死亡率与人均 GDP ($\beta=-0.481, P<0.001$)、人均医疗卫生财政支出 ($\beta=-0.184, P=0.001$)、每千人口床位数 ($\beta=-0.288, P=0.001$) 和高血压规范管理率 ($\beta=-0.336, P=0.029$) 呈负相关。见表 6。

讨 论

本研究对 2015–2020 年浙江省各区 (县) 卒中平均标准化死亡率通过地图可视化呈现, 发现卒中死亡水平存在空间异质性和聚集性, 死亡率低值主要分布在浙江省北部地区, 高值主要位于浙江省东部和南部地区。进一步通过全局空间自相关分析证

表 5 卒中标准化死亡率相关因素分析

变 量	一般线性模型			普通面板模型			空间面板模型		
	β 值	t 值	P 值	β 值	t 值	P 值	β 值	Z 值	P 值
人均国内生产总值	-0.465	-12.11	<0.001	-0.418	-5.18	<0.001	-0.370	-4.45	<0.001
人均教育财政支出	-0.065	-1.06	0.290	-0.031	-0.39	0.699	0.023	0.33	0.738
人均医疗卫生财政支出	0.131	3.12	0.002	-0.136	-2.44	0.015	-0.116	-2.31	0.021
每千人口床位数	-0.129	-2.59	0.010	-0.184	-2.16	0.031	-0.161	-2.16	0.030
每千人口医生数	0.007	0.09	0.927	-0.088	-0.75	0.453	0.026	0.23	0.817
高血压管理率	0.266	1.89	0.059	0.315	1.53	0.126	0.252	1.32	0.187
糖尿病管理率	0.055	0.50	0.614	-0.102	-0.59	0.557	-0.057	-0.35	0.728
高血压规范管理率	-0.461	-2.41	0.016	-0.496	-3.40	0.001	-0.301	-1.95	0.051

表 6 卒中标准化死亡率分层相关因素空间面板模型分析

变 量	缺血性卒中			出血性卒中		
	β 值	t 值	P 值	β 值	t 值	P 值
人均国内生产总值	-0.310	-3.15	0.002	-0.481	-5.76	<0.001
人均教育财政支出	-0.081	-0.83	0.407	0.085	1.07	0.284
人均医疗卫生财政支出	0.130	1.90	0.058	-0.184	-3.27	0.001
每千人口床位数	-0.009	-0.09	0.928	-0.288	-3.37	0.001
每千人口医生数	0.120	0.83	0.408	-0.138	-1.14	0.256
高血压管理率	0.047	0.58	0.563	0.394	1.87	0.062
糖尿病管理率	0.043	0.20	0.842	-0.091	-0.50	0.617
高血压规范管理率	-0.462	-2.56	0.011	-0.336	-2.18	0.029

实了浙江省卒中死亡在各年份均呈空间正相关性,与我国心血管疾病死亡情况类似^[2],说明一个地区的卒中死亡率会受到邻近地区的影响,死亡率较高的区(县)其周边区(县)死亡率也偏高,死亡率较低的区(县)其周边区(县)死亡率也偏低,故通过构建空间面板模型估计相关因素与卒中死亡的关系更适合本研究。

基于不同地区在地理上的相邻关系,本研究通过构建空间面板模型,探讨了社会经济和卫生保健因素与卒中死亡的关系。在社会经济方面,人均GDP与卒中死亡率呈负相关,与既往研究结果相似^[12-13]。目前全球有86%因卒中死亡的人口居在低收入或中低收入地区^[14],Khatana等^[15]也发现区(县)经济繁荣程度的增加与美国中年人心血管疾病死亡率的下降有关。可能原因是欠发达地区居民收入较低,难以负担相对高昂的医疗保健和救治服务,同时自我保健、救治的意识和技能也比较薄弱^[16],另一方面这些地区提供的卫生保健服务质量和可及性较差,导致卒中发病和死亡风险较高^[17]。此外,经济发展的不平衡可能导致经济薄弱地区的健康人口向发达地区流动,从而导致剩余人口的死亡率较高。需要注意的是,卒中死亡与经济水平之间的影响是相互的,卒中死亡也有可能通过增加疾病负担、缩短预期寿命等途径阻碍经济增长^[18]。浙江省各区(县)经济发展水平并不均衡,要重点关注经济相对落后地区心脑血管健康状况,对其加大经济扶持,提高医疗卫生服务质量和可及性,加强卒中防控相关举措,以最大程度降低卒中的发病率和死亡率。

在卫生保健方面,既往研究表明较低的人均卫生费用支出与较高的卒中发病率、病死率有关^[12],本研究也发现人均医疗卫生财政支出越高,卒中死亡率越低,这种关系在出血性卒中更为明显,可能与出血性卒中治疗费用明显高于缺血性卒中有

关^[19]。卒中防治费用较高,给社会和个人带来了沉重的经济负担^[20],而在中国32种可预防死亡的疾病中,医疗保健可及性和质量指数将卒中列为第二低的疾病,表明与其他疾病相比,卒中防治的社会和医疗投资不足^[21]。加大政府对医疗卫生的财政投入,提高医疗保险报销力度,合理降低药品费用,可为减轻群众就医负担、强化卒中防控力度提供有力支撑。近年来,浙江省通过医保支付、财政补偿等政策,为高血压、糖尿病等卒中高危人群免费提供健康管理服务,探索“两慢病”免费用药政策^[22],有力支持了各地卒中防治工作推进。本研究还发现每千人口床位数与卒中死亡呈负相关。卒中的疾病特点意味着患者医疗救治和后期康复对于床位等卫生资源需求较大,而病床等卫生资源短缺会提升住院死亡率^[23],因此应重视医疗机构床位供给问题,优化资源配置。本研究中出血性卒中死亡与床位数的关系更显著,这可能与出血性卒中患者起病更急、住院时间更长、病死率更高^[20,24]、对于医疗资源的短缺反应更敏感有关。

高血压规范管理率在全样本模型中显示出边缘性统计学意义($P=0.051$),通过分层回归发现高血压规范管理率与2种类型卒中死亡呈负相关,高血压是卒中的重要影响因素^[25],2009年国家正式启动基本公共卫生服务项目,浙江省统一城乡规范,出台《浙江省基本公共卫生服务规范(第四版)》等文件^[26],高血压和糖尿病患者的健康管理上升为全民卫生保健政策,纳入基层医疗卫生机构管理。高血压规范管理要求对高血压患者进行规范建档和定期随访,控制患者血压水平,可降低卒中发病和死亡的风险。需要注意的是,模型中高血压规范管理率比高血压管理率更显著,说明在提高高血压管理覆盖人数的同时,提升管理质量控制血压水平至关重要。

本研究采用较高的空间分辨率探索了浙江省卒中死亡的空间分布特征,并在模型中引入既往研究鲜少关注的基层慢性病管理工作指标。本研究存在局限性。首先,虽然浙江省居民死亡漏报率较低,但漏报问题仍难以避免^[27],部分地区可能由于存在漏报现象而导致死亡率较低的情况,在一定程度上影响结果的准确性;其次,卒中死亡可能还与城镇化水平、文化程度、空气污染、生活方式等因素有关^[13,28],而本研究限于数据的可获得性,未将这些因素纳入考虑。

综上所述,2015-2020年浙江省卒中标准化死亡

率在空间分布上存在异质性和聚集性,卒中死亡率与经济水平有关,应对经济相对落后地区的心脑血管疾病重点防治,加大政府医疗卫生资金投入、强化高血压患者管理、提升高血压规范管理率是降低卒中死亡水平的重要举措。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

志谢 感谢浙江省疾病预防控制中心从事或曾从事死因监测、高血压和糖尿病管理的工作人员

作者贡献声明 林静静:数据分析、论文撰写;龚巍巍:实施研究、资料整理、论文指导;陆凤、方乐:资料整理、论文指导;周晓燕:资料整理、论文修改;徐春晓、潘劲、陈向宇、戴品远:资料整理;钟节鸣:研究指导、经费支持

参 考 文 献

- GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the global burden of disease study 2019[J]. *Lancet Neurol*, 2021, 20(10):795-820. DOI: 10.1016/S1474-4422(21)00252-0.
- 王薇,刘韞宁,殷鹏,等.不同空间权重矩阵对我国心血管疾病死亡空间自相关分析的影响[J]. *中华流行病学杂志*, 2021, 42(8): 1437-1444. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20201102-01293. Wang W, Liu YN, Yin P, et al. Influences of using different spatial weight matrices in analyzing spatial autocorrelation of cardiovascular diseases mortality in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2021, 42(8): 1437-1444. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20201102-01293.
- Rajabi M, Mansourian A, Pilesjö P, et al. Exploring spatial patterns of cardiovascular disease in Sweden between 2000 and 2010[J]. *Scand J Public Health*, 2018, 46(6): 647-658. DOI:10.1177/1403494818780845.
- Mena C, Sepúlveda C, Fuentes E, et al. Spatial analysis for the epidemiological study of cardiovascular diseases: a systematic literature search[J]. *Geospat Health*, 2018, 13(1):587. DOI:10.4081/gh.2018.587.
- Alizadeh G, Gholipour K, Azami-Aghdash S, et al. Social, economic, technological, and environmental factors affecting cardiovascular diseases: a systematic review and thematic analysis[J]. *Int J Prev Med*, 2022, 13: 78. DOI: 10.4103/ijpvm.IJPVM.105.20.
- 林静静,张铁威,李秀央.疾病时空聚集分析的研究与进展[J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(7): 1165-1170. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20190806-00582. Lin JJ, Zhang TW, Li XY. Research progress on spatiotemporal clustering of disease[J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(7): 1165-1170. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20190806-00582.
- 文利霞.空间面板数据模型的研究及其应用[D]. 南宁:广西大学, 2014. DOI:10.7666/d.D525349. Wen LX. The research and application of spatial panel data model[D]. Nanning: Guangxi University, 2014. DOI: 10.7666/d.D525349.
- 王劲峰,廖一兰,刘鑫.空间数据分析教程[M].北京:科学出版社, 2010. Wang JF, Liao YL, Liu X. Spatial data analysis tutorial[M]. Beijing: Science Press, 2010.
- 颜艳,王彤.医学统计学[M]. 5版.北京:人民卫生出版社, 2020:602. Yan Y, Wang T. Medical statistics[M]. 5th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2020:602.
- 陈强.高级计量经济学及Stata应用[M]. 2版.北京:高等教育出版社, 2014. Chen Q. Advanced econometrics with Stata[M]. 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 2014.
- Anselin L, Bera AK, Florax R, et al. Simple diagnostic tests for spatial dependence[J]. *Reg Sci Urban Econ*, 1996, 26(1):77-104. DOI:10.1016/0166-0462(95)02111-6.
- Sposato LA, Saposnik G. Gross domestic product and health expenditure associated with incidence, 30-day fatality, and age at stroke onset: a systematic review[J]. *Stroke*, 2012, 43(1):170-177. DOI:10.1161/STROKEAHA.111.632158.
- Baptista EA, Queiroz BL. Spatial analysis of cardiovascular mortality and associated factors around the world[J]. *BMC Public Health*, 2022, 22(1): 1556. DOI: 10.1186/s12889-022-13955-7.
- Feigin VL, Brainin M, Norrving B, et al. World stroke organization (WSO): global stroke fact sheet 2022[J]. *Int J Stroke*, 2021, 17(1):18-29. DOI:10.1177/17474930211065917.
- Khatana SAM, Venkataramani AS, Nathan AS, et al. Association between county-level change in economic prosperity and change in cardiovascular mortality among middle-aged US adults[J]. *JAMA*, 2021, 325(5): 445-453. DOI:10.1001/jama.2020.26141.
- 袁晶.社区人群及脑卒中高危人群中呼叫急救车意愿的影响因素及地域、城乡差异分析[D].北京:北京协和医学院, 2022. DOI:10.27648/d.cnki.gzxhu.2022.000553. Yuan J. Risk factors influencing seeking emergency medical service among residents in community and those with a previous transient ischemic attack in China[D]. Beijing: Beijing Union Medical College, 2022. DOI: 10.27648/d.cnki.gzxhu.2022.000553.
- Weeks WB, Weinstein JN. Economic prosperity and cardiovascular mortality: further evidence that all policy is health policy[J]. *JAMA*, 2021, 325(5): 439-440. DOI: 10.1001/jama.2020.26717.
- Muka T, Imo D, Jaspers L, et al. The global impact of non-communicable diseases on healthcare spending and national income: a systematic review[J]. *Eur J Epidemiol*, 2015, 30(4):251-277. DOI:10.1007/s10654-014-9984-2.
- 《中国脑卒中防治报告》编写组.《中国脑卒中防治报告2020》概要[J]. *中国脑血管病杂志*, 2022, 19(2):136-144. DOI:10.3969/j.issn.1672-5921.2022.02.011. Report on Stroke Prevention and Treatment in China Writing Group. Brief report on stroke prevention and treatment in China, 2020[J]. *Chin J Cerebrovas Dis*, 2022, 19(2):136-144. DOI:10.3969/j.issn.1672-5921.2022.02.011.
- 柴培培,翟铁民,万泉,等.我国心脑血管疾病治疗费用与基本医疗保险支出核算与分析[J]. *中国医疗保险*, 2021, 148(1):72-77. DOI:10.19546/j.issn.1674-3830.2021.1.016. Chai PP, Zhai TM, Wan Q, et al. Accounting and analysis of curative expenditure and basic medical insurance fund expenditure on CCDs in China[J]. *China Health Insur*, 2021, 148(1): 72-77. DOI: 10.19546/j.issn.1674-3830.2021.1.016.
- GBD 2016 Healthcare Access and Quality Collaborators. Measuring performance on the healthcare access and quality index for 195 countries and territories and selected subnational locations: a systematic analysis from the global burden of disease study 2016[J]. *Lancet*, 2018, 391(10136): 2236-2271. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30994-2.
- 浙江省卫生健康委员会,浙江省财政厅,浙江省医疗保障局.关于加强高血压糖尿病全周期健康管理推进分级诊疗改革的通知[EB/OL]. (2021-05-20) [2023-03-16]. http://www.zj.gov.cn/art/2021/5/20/art_1229530772_2285015.html.
- Sharma N, Moffa G, Schwendimann R, et al. The effect of time-varying capacity utilization on 14-day in-hospital mortality: a retrospective longitudinal study in Swiss general hospitals[J]. *BMC Health Serv Res*, 2022, 22(1): 1551. DOI:10.1186/s12913-022-08950-y.
- 殷淑娟,况杰,陈积标,等.2015-2019年江西省出血性脑卒中流行特征及住院费用分析[J]. *中国全科医学*, 2022, 25(13): 1582-1588. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0134.
- Yin SJ, Kuang J, Chen JB, et al. Epidemiological characteristics and hospitalization costs of haemorrhagic stroke in Jiangxi, 2015-2019[J]. *Chin Gen Pract*, 2022, 25(13): 1582-1588. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0134.
- Turana Y, Tenglawan J, Chia YC, et al. Hypertension and stroke in Asia: a comprehensive review from HOPE Asia[J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2021, 23(3): 513-521. DOI:10.1111/jch.14099.
- 浙江省卫生和计划生育委员会.关于印发浙江省基本公共卫生服务规范(第四版)的通知[EB/OL]. (2017-08-14) [2023-03-16]. https://wsjkw.zj.gov.cn/art/2017/8/14/art_1229560650_2319931.html.
- 周晓燕,龚巍巍,潘劲,等.浙江省公共卫生监测区居民死亡漏报情况分析[J]. *预防医学*, 2021, 33(10):994-997. DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2021.10.005.
- Zhou XY, Gong WW, Pan J, et al. Underreporting deaths in public health surveillance areas of Zhejiang Province[J]. *J Prev Med*, 2021, 33(10): 994-997. DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2021.10.005.
- Al-Kindi SG, Brook RD, Biswal S, et al. Environmental determinants of cardiovascular disease: lessons learned from air pollution[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2020, 17(10): 656-672. DOI:10.1038/s41569-020-0371-2.