

# 中国脑卒中环境危险因素的系统评价



虞莉莎<sup>1,2</sup>, 刘新靓<sup>3</sup>, 宋康<sup>1,2</sup>, 王蕊<sup>4</sup>, 龚芳燕<sup>5</sup>, 方亮<sup>5</sup>, 万跃<sup>5</sup>, 赵林<sup>4</sup>, 黎浩<sup>1,2</sup>

1. 武汉大学公共卫生学院 (武汉 430071)
2. 武汉大学全球健康研究中心 (武汉 430071)
3. 英国曼彻斯特大学健康学院 (曼彻斯特 M13 9PL)
4. 武汉大学资源与环境科学学院 (武汉 430079)
5. 湖北省第三人民医院湖北省脑卒中诊疗中心 (武汉 430033)

**【摘要】目的** 中国脑卒中患者人数呈上升趋势, 而环境危险因素对该疾病发展的影响缺乏综合性概述。本研究旨在探讨影响脑卒中的环境危险因素, 为决策者制定卫生政策和干预措施提供依据。**方法** 检索中国知网、万方、维普、PubMed、Web of Science、Scopus 数据库有关中国脑卒中环境危险因素的文献, 检索时限为 2012 年 1 月至 2022 年 5 月。对环境危险因素的种类、频次进行描述性分析, 对脑卒中与环境因素之间的关系进行叙述性分析。**结果** 初检共获取文献 12 774 篇, 最终纳入文献 215 篇, 涉及 8 类 43 种环境因素。研究最多的因素是气象因素 (52.56%), 其次是空气污染 (47.44%); 最常报告的指标分别是气温 (40.47%) 和 PM<sub>2.5</sub> (28.37%)。气象因素中, 涉及气温的大部分研究提示其是脑卒中发生的影响因素, 并发现脑卒中及其亚型存在季节性, 近一半的研究发现较高的气压与较高的脑卒中及其亚型发生风险相关。对于空气污染, 研究发现较高水平的 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、CO、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub> 与较高的脑卒中发生风险相关。此外, 燃料暴露、被动吸烟也与脑卒中风险增加相关。**结论** 环境因素对中国人群脑卒中发生风险具有一定程度的影响, 需进一步的研究评估这些关联, 阐明涉及的具体机制, 并探索更多的环境因素对脑卒中的潜在影响。

**【关键词】** 脑卒中; 环境; 气象因素; 大气污染

## Environmental risk factors for stroke in China: a systematic review

Li-Sha YU<sup>1,2</sup>, Xin-Liang LIU<sup>3</sup>, Kang SONG<sup>1,2</sup>, Rui WANG<sup>4</sup>, Fang-Yan GONG<sup>5</sup>, Liang FANG<sup>5</sup>, Yue WAN<sup>5</sup>, Lin ZHAO<sup>4</sup>, Hao LI<sup>1,2</sup>

1. School of Public Health, Wuhan University, Wuhan 430071, China
2. Wuhan University Global Health Institute, Wuhan 430071, China
3. School of Health Sciences, the University of Manchester, Manchester M13 9PL, United Kingdom
4. School of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430079, China
5. Hubei Provincial Center for Stroke Treatment, The Third People's Hospital of Hubei Province, Wuhan 430033, China

Corresponding author: Lin ZHAO, Email: linzhao@whu.edu.cn; Hao LI, Email: h.li@whu.edu.cn

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202209017

基金项目: 湖北省医学青年人才拔尖项目 (2019-48); 武汉大学研究生学分课程建设项目

通信作者: 赵林, 博士, 副教授, 硕士研究生导师, Email: linzhao@whu.edu.cn

黎浩, 博士, 教授, 硕士研究生导师, Email: h.li@whu.edu.cn

**【Abstract】Objective** The number of stroke patients has been increasing in China in recent years, but a comprehensive synthesis of the environmental risk factors on the development of stroke is yet to be conducted. The aim of this study is to determine the environmental risk factors for stroke, in order to provide evidence-based recommendations for health administration bodies to make relative policies and interventions. **Methods** We searched China National Knowledge Infrastructure, WanFang Database, VIP-Database, PubMed, Web of Science, and Scopus database to select articles published from January 2012 to May 2022. Articles were included if they examined the association between an environmental risk factor and stroke and were conducted in China. Descriptive analysis was made based on the categories and frequencies of the environmental risk factors, and narrative synthesis was made covering the association between environmental risk factors and stroke. **Results** Of 12,774 records obtained initially from searching databases, 215 articles were finally selected for our systematic review. There are 8 categories, including 43 environmental risk factors, of which 52.56% studied meteorological factors as the main environmental factor category, followed by air pollution (47.44%), and the most frequently reported indicators are air temperature (40.47%) and PM<sub>2.5</sub> (28.37%). Among the meteorological factors, most of the studies involving air temperature suggest that it is the key factor influencing stroke and confirm that stroke and its subtypes are seasonal. Nearly half of the studies found that higher air pressure was associated with higher risk of stroke and its subtypes. For air pollution, this review found that higher levels of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and SO<sub>2</sub> are associated with greater risks. In addition, fuel exposure and passive smoking are also associated with the increased risk of stroke. **Conclusion** Environmental factors have a certain influence on the occurrence risk of stroke in Chinese people. Further studies are needed not only to evaluate these associations and elucidate the specific mechanisms involved, but also to explore potential health effects of more environmental factors on stroke.

**【Keywords】** Stroke; Environment; Meteorological factors; Air pollution

脑卒中已成为全球日益关注的慢性非传染性疾病。根据全球疾病、伤害和危险因素负担研究（GBD 2019）报告，2019 年，有 1 220 万脑卒中新发病例，1.01 亿脑卒中现患病例，1.43 亿因脑卒中导致的伤残调整寿命年（DALYs），655 万例脑卒中死亡病例<sup>[1]</sup>。在全球范围内，脑卒中仍是 2019 年第二大死亡原因（占总数的 11.6%）和第三大死亡及残疾的原因（占总 DALYs 的 5.7%），也是中国患者的主要死亡原因之一<sup>[1-2]</sup>。中国是世界上最大的发展中国家，人口约占世界总人口数的五分之一。虽然从 1990 年到 2019 年，中国脑卒中的发病率和死亡率有所下降，但新发病例数和死亡人数几乎翻了一倍，现患病例数于 2019 年居世界首位<sup>[1,3]</sup>。脑卒中的年轻化趋势越来越明显，研究表明在 70 岁以下的人群中，患病率增加了 22.0%，发病率增加了 15.0%<sup>[1]</sup>。卒中

后在 1 个月内病死率约为 15%，1 年内为 25%，5 年内为 50%<sup>[4]</sup>，对人群的健康构成了巨大威胁，因此有必要控制影响脑卒中发病率的危险因素。除了高血压、糖尿病、高脂血症等传统危险因素外，空气污染、气象因素等环境危险因素也越来越受到研究者的关注<sup>[5-7]</sup>。作为人群日常生活的载体，环境中的各种因素影响着我们的生活和健康。通过控制环境因素对人体的影响从而降低脑卒中的发病率，是三级预防的手段之一。近年来，中国脑卒中环境危险因素研究呈持续增长趋势<sup>[8-13]</sup>，但缺乏对脑卒中环境危险因素进行系统地梳理。据此，本文通过综合近十年中国脑卒中环境危险因素研究，了解中国脑卒中环境危险因素的研究现状，确定环境因素与脑卒中之间的关系，为决策者制定卫生政策和干预措施提供参考。

# 1 资料与方法

## 1.1 纳入与排除标准

纳入标准：①至少一种环境因素作为主要研究变量，并评估其与脑卒中的相关性；②研究对象为脑卒中患者，脑卒中的病理亚型分为缺血性脑卒中（脑、视网膜和脊髓梗死）与出血性脑卒中（脑内出血和蛛网膜下腔出血）<sup>[14]</sup>；③研究结局为脑卒中发病、死亡或寿命损失年（YLL）；④研究类型为观察性研究，包括横断面研究、生态学研究、病例对照研究、病例交叉研究或队列研究等；⑤研究地点为中国；⑥以中文或英文出版。

排除标准：①研究对象为其他特定疾病人群，如在糖尿病人群中的研究；②个案调查、病例报告、会议论文、学位论文、社论/函件、综述、Meta分析；③未经任何统计推断的研究；④重复研究；⑤无法获得全文的研究。

## 1.2 检索策略

检索数据库包括中国知网（CNKI）、万方数字化期刊全文数据库、维普中文期刊数据库、PubMed、Web of Science 和 Scopus。检索文

章发表时段为2012年1月至2022年5月。采用主题词和自由词相结合的检索方式，检索字段为标题、摘要、关键词或主题，根据不同数据库进行调整。中文检索词为卒中、中风、脑血管意外、脑出血、脑梗死、脑梗塞、蛛网膜下腔出血、环境因素、环境污染、空气污染、大气污染、一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、臭氧、颗粒物、PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、气象、气候、季节、天气、气温、温度、气压、湿度、风速。英文检索词为 stroke、cerebrovascular accident、brain vascular accident、cerebrovascular disease、cerebrovascular disorder、cerebral haemorrhage、cerebral infarction、subarachnoid haemorrhage、environment、environmental、air pollution、air pollutants、carbon monoxide、sulphur dioxide、nitrogen dioxide、ozone、particulate matter、PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、meteorology、meteorologic、weather、climate、season、temperature、atmospheric pressure、air pressures、humidity、wind、China。以 PubMed 为例，具体检索策略见框 1。

```
#1 Stroke[Title/Abstract] OR Cerebrovascular Accident[Title/Abstract] OR Brain vascular accident[Title/Abstract] OR
Cerebrovascular disease[Title/Abstract] OR Cerebrovascular disorder[Title/Abstract] OR Cerebral haemorrhage[Title/Abstract] OR
Cerebral infarction[Title/Abstract] OR Subarachnoid haemorrhage[Title/Abstract]
#2 Environment[Title/Abstract] OR Environmental[Title/Abstract] OR Air pollution[Title/Abstract] OR Air pollutants[Title/Abstract]
OR Carbon monoxide[Title/Abstract] OR Sulphur dioxide[Title/Abstract] OR Nitrogen dioxide[Title/Abstract] OR Ozone[Title/
Abstract] OR Particulate matter[Title/Abstract] OR PM2.5[Title/Abstract] OR PM10[Title/Abstract] OR Meteorology[Title/
Abstract] OR Meteorologic[Title/Abstract] OR Weather[Title/Abstract] OR Climate[Title/Abstract] OR Season[Title/Abstract] OR
Temperature[Title/Abstract] OR Atmospheric pressure[Title/Abstract] OR Air Pressures[Title/Abstract] OR Humidity[Title/
Abstract] OR Wind[Title/Abstract]
#3 China[Title/Abstract]
#4 #1 AND #2 AND #3
```

框1 PubMed检索策略  
Box 1. PubMed search strategy

## 1.3 文献筛选、资料提取与纳入研究的偏倚风险评价

由2名研究者独立对获得的文献进行筛选、提取资料并交叉核对，如遇分歧，讨论或咨询第三方解决。将检索到的文献导入 NoteExpress V3.5.0 软件和 Endnote X9.1 软件，根据标题、摘要排除明显不符合纳入标准的文献，下载并阅读

全文后确定最终纳入文献。资料提取内容包括作者、发表年份、研究地点、研究时间、研究设计、统计学方法、环境危险因素、卒中分型、疾病结局、效应估计。2名研究者采用美国卫生保健质量和研究机构（AHRQ）横断面研究评价量表和纽卡斯尔-渥太华量表（NOS）评价纳入研究的偏倚风险，并交叉核对结果。

## 1.4 统计学分析

应用 Excel 2019 建立文献数据库, 使用频次、频率对脑卒中类型、环境危险因素、研究设计、统计学方法和效应估计进行描述性分析。对纳入研究的主要结果进行叙述性综合。

## 2 结果

### 2.1 文献筛选流程及结果

初检共获得文献 12 774 篇, 经逐层筛选最终纳入文献 215 篇, 其中 81 篇以中文发表, 134 篇以英文发表。文献筛选流程见图 1。

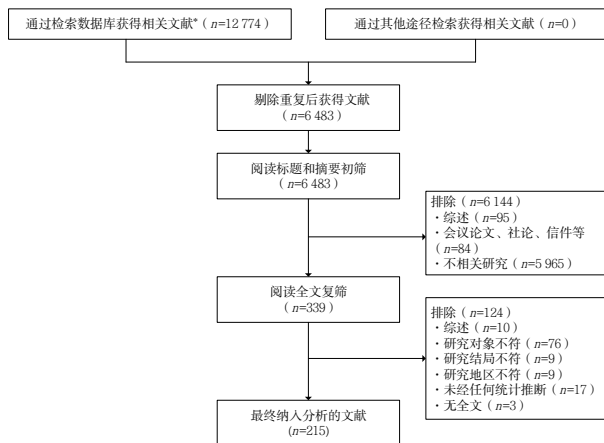


图1 文献筛选流程

Figure 1. Flow chart of study selection

注: \*检索的数据库及检出文献数具体为知网 (n=2 884)、万方 (n=4 410)、维普 (n=3 631)、PubMed (n=307)、Web of Science (n=790)、Scopus (n=752)

### 2.2 纳入研究的基本特征及偏倚风险评价

研究的疾病类型占比接近, 研究最多的疾病结局为发病 (67.44%)。在纳入的 215 项研究中, 一共报告了 8 类 43 种环境危险因素, 其中研究最多的环境因素是气象因素 (52.56%), 其次是空气污染 (47.44%)。在气象因素和空气污染类别下, 研究最多的环境因素分别是气温 (40.47%) 和 PM<sub>2.5</sub> (28.37%), 详见表 1。纳入研究的 AHRQ 量表得分为 4~10 分, NOS 得分为 7~9 分, 纳入研究的基本特征和偏倚风险评价结果详见表 2。

表 3 总结了脑卒中环境危险因素研究的特点, 包括研究设计、统计学方法和效应估计。大多数研究设计为生态学研究 (66.05%), 广义相加模型 (GAM) 是使用最多的统计学方法 (27.44%), 相对危险度 (RR) 是报告最多的效应估计指标 (32.56%)。

表1 脑卒中类型、疾病结局、环境危险因素的  
研究数量分布情况

Table 1. The number of studies addressing each subtopic of the domains: stroke types, disease outcome and environmental risk factors

项目	文献数	占比 (%)
脑卒中类型		
缺血性脑卒中	110	51.16
出血性脑卒中	94	43.72
脑卒中	114	53.02
疾病结局		
发病	145	67.44
死亡	70	32.56
寿命损失年 (YLL)	10	4.65
环境危险因素		
气象因素	113	52.56
空气污染	102	47.44
燃料暴露	4	1.86
城市环境特征	3	1.40
其他 <sup>#</sup>	4	1.86
气象因素*		
季节	33	15.35
气温	87	40.47
气压	29	13.49
水汽压	2	0.93
湿度	32	14.88
风速	17	7.91
日照时数	8	3.72
蒸发量	2	0.93
降雨	12	5.58
风向	1	0.47
低云量	1	0.47
舒适度指数	2	0.93
紫外线强度	1	0.47
空气污染*		
SO <sub>2</sub>	35	16.28
CO	18	8.37
NO <sub>2</sub>	42	19.53
O <sub>3</sub>	32	14.88
O <sub>x</sub>	1	0.47
PM <sub>2.5</sub>	61	28.37
PM <sub>10</sub>	44	20.47
PM <sub>1</sub>	6	2.79
PM <sub>2.5-10</sub>	8	3.72
PM <sub>1-2.5</sub>	1	0.47
API	1	0.47
NO	1	0.47
NO <sub>x</sub>	2	0.93
区域空气污染	1	0.47
交通空气污染	1	0.47
空气质量	1	0.47

注: <sup>#</sup>其他包括居住环境、居住海拔、热气候指数 (UTCI)、被动吸烟; \*气象因素与空气污染为“环境危险因素”的亚组

表2 纳入研究的基本特征  
Table 2. Key characteristics of studies included in the systematic review

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
1	蔡滨欣 2022 <sup>[125]</sup>	2012-2014	上海	病例交叉	条件Logistic回归	脑梗中	死亡	OR	PM <sub>2.5</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>		8
2	陈亦晨 2022 <sup>[15]</sup>	2005-2019	上海	生态学	分布滞后非线性模型	脑梗中 出血性 缺血性	死亡	RR	气温		7
3	许瑞君 2022 <sup>[124]</sup>	2016-2019	广东广州	病例交叉	条件Logistic回归	缺血性	发病	OR	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub>		7
4	谢波 2022 <sup>[220]</sup>	2015	湖北武汉	生态学	空间回归分析	脑梗中	发病	回归系数	城市建成环境		7
5	汪进洋 2022 <sup>[16]</sup>	2016-2020	山东东营	横断面	卡方检验	出血性 缺血性	发病、死亡	无	季节		8
6	蔡东杰 2022 <sup>[126]</sup>	2011-2015	广东广州	生态学	广义相加模型	脑梗中	死亡	RR	NO <sub>2</sub>		7
7	王玉治 2021 <sup>[17]</sup>	1999-2009	山东德州	生态学	相关分析	出血性	发病	相关系数	气温、气压、湿度、风速		7
8	赵天业 2021 <sup>[127]</sup>	2018-2019	吉林长春	病例交叉	条件Logistic回归	脑梗中	发病	OR	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub>		8
9	谢鸣霁 2021 <sup>[18]</sup>	2006-2016	广东广州	生态学	广义相加模型、双变量响应面模型	脑梗中	死亡	ER RERI	O <sub>3</sub> , O <sub>8</sub> , NO <sub>2</sub> , 温度		7
10	陈蕾 2021 <sup>[19]</sup>	2008-2012	北京	生态学	广义相加模型、分布滞后非线性模型	缺血性	死亡	RR	气温		8
11	何敏 2020 <sup>[128]</sup>	2015-2018	全国	生态学	广义相加模型、随机效应模型	脑梗中	死亡	ER	O <sub>3</sub>		7
12	何晓定 2020 <sup>[20]</sup>	2004-2016	上海	生态学	相关分析、多元逐步线性回归和非参数回归	脑梗中	死亡	相关系数 RR	气温、日照时数、降水量、蒸发量、降雨日		6
13	唐辉 2020 <sup>[21]</sup>	2014-2018	四川南充	生态学	相关分析、分布滞后非线性模型	出血性	发病	相关系数 RR	气温		7
14	安吉 2020 <sup>[22]</sup>	2013-2017	北京	生态学	相关分析、分布滞后非线性模型	缺血性	发病	相关系数 RR	气温		7
15	应圣洁 2020 <sup>[129]</sup>	2013-2018	上海	生态学	广义相加模型	脑梗中	死亡	ER	CO		7
16	孙晓晖 2020 <sup>[23]</sup>	2014-2018	山东青岛	横断面	卡方检验	脑梗中	发病、死亡	无	季节		6
17	时瑞霞 2019 <sup>[24]</sup>	2016	四川唐山	生态学	Kruskal Wallis H检验、相关分析、多元逐步线性回归	缺血性	发病	相关系数 回归系数	季节、气温、降水量、气压、湿度、风速		6
18	万雅琦 2019 <sup>[25]</sup>	2011-2016	青海	生态学	卡方检验	出血性 缺血性	发病	无	季节、日照时数、湿度、气温		6

续表 2

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
19	韩京 2019 <sup>[26]</sup>	2011-2014	山东济南	生态学	Wilcoxon秩和检验、广义相加模型	脑梗卒中	死亡	RR	气温	7	7
20	侯博通 2019 <sup>[27]</sup>	2016-2017	湖北武汉	生态学	分布滞后非线性模型	缺血性	发病	RR	气温	7	7
21	王临池 2019 <sup>[30]</sup>	2008-2017	江苏苏州	生态学	广义相加模型	脑梗卒中	发病	ER	NO <sub>2</sub> 、SO <sub>2</sub>	8	8
22	杨西 2019 <sup>[28]</sup>	2013-2015	辽宁大连	生态学	相关分析、多元逐步线性回归	出血性	发病	相关系数 回归系数	气温、气压、风速	6	6
23	李宁 2018 <sup>[29]</sup>	2014-2016	浙江宁波	病例交叉	相关分析、条件Logistic回归	缺血性	发病	相关系数 OR	气温、PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>	7	8
24	李莉 2018 <sup>[30]</sup>	2003-2016	广东惠州	生态学	相关分析、多元逐步线性回归	脑梗卒中	发病	相关系数 回归系数	气温、气压、湿度、风速	7	7
25	林亚楠 2018 <sup>[31]</sup>	2015	辽宁大连	病例交叉	相关分析	缺血性	发病	相关系数 OR	气温、气压、湿度、风速、日照 时数	8	8
26	林亚楠 2018 <sup>[31]</sup>	2015	辽宁大连	病例交叉	相关分析	缺血性	发病	相关系数 OR	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>	8	8
27	陶梦醒 2018 <sup>[32]</sup>	2014-2015	辽宁大连	病例交叉	条件Logistic回归	出血性	发病	OR	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>	8	8
28	许凯 2018 <sup>[32]</sup>	2008-2010	全国	横断面	卡方检验	出血性	发病、死亡	无	季节	6	6
29	刘娜 2018 <sup>[33]</sup>	2012-2014	江苏苏州	生态学	$\chi^2$ 拟合优度检验、相关分析、多元逐步线性回归	出血性	发病	RR 相关系数 回归系数	季节、气温、气压、湿度、风向、降雨量	6	6
30	罗征进 2018 <sup>[33]</sup>	2016-2017	湖北武汉	生态学	分布滞后非线性模型	缺血性	发病	RR	O <sub>3</sub>	7	7
31	袁伟壮 2017 <sup>[34]</sup>	2013-2014	黑龙江 哈尔滨	生态学	泊松回归	出血性 缺血性	发病	RR	气温、湿度、PM <sub>2.5</sub> 、NO <sub>2</sub>	7	7
32	金晓胜 2017 <sup>[35]</sup>	2013-2016	浙江温州	横断面	圆形分布法	脑梗卒中	发病	无	季节	4	4
33	江波 2017 <sup>[34]</sup>	2013-2014	上海	生态学	泊松回归	出血性	发病	百分比变化	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub>	5	5
34	张云权 2017 <sup>[36]</sup>	2009-2012	湖北武汉	生态学	分布滞后非线性模型	脑梗卒中	死亡	RR	气温	7	7
35	董继元 2017 <sup>[37]</sup>	2010-2013	甘肃兰州	生态学	分布滞后非线性模型	出血性 缺血性	发病	RR	气温、气压、湿度、风速、降雨量	5	5
36	朱生旭 2017 <sup>[38]</sup>	2013-2014	甘肃	横断面	卡方检验	出血性	发病	无	季节	6	6
37	许丹丹 2017 <sup>[39]</sup>	2013-2015	上海	生态学	泊松回归	脑梗卒中	死亡	ER	气温	7	7
38	徐颖 2017 <sup>[40]</sup>	2012-2015	山东烟台	横断面	圆形分布法	出血性 缺血性	发病	无	季节	6	6
39	邹新兰 2017 <sup>[41]</sup>	2006-2010	广东广州	生态学	相关分析	脑梗卒中	发病	相关系数	气温、气压、湿度、风速	6	6

续表 2

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
40	潘东霞 2016 <sup>[42]</sup>	2010-2014	浙江桐乡	横断面	圆形分布法	出血性 缺血性	发病	无	季节	6	
41	刘舒 2016 <sup>[43]</sup>	2007-2010	河北唐山	横断面	圆形分布法	出血性 缺血性	发病	无	季节	5	
42	全岚 2016 <sup>[44]</sup>	2011-2015	江苏昆山	横断面	卡方检验	出血性 缺血性	发病	无	季节	7	
43	高蕾璐 2016 <sup>[45]</sup>	2008-2010	黑龙江 哈尔滨	生态学	广义相加模型	出血性	死亡	RR	气温	7	
44	许琛林 2016 <sup>[46]</sup>	2013-2015	湖南郴州	生态学	相关分析、多元逐步线性 回归	缺血性	发病	相关系数 回归系数	气温、气压、湿度	6	
45	祖建 2016 <sup>[47]</sup>	2010-2015	重庆	生态学	圆形分布法	缺血性	发病	无	季节	6	
46	刘瑛娜 2015 <sup>[48]</sup>	2010-2012	浙江杭州	横断面	卡方检验	脑卒中 出血性 缺血性	死亡	无	季节	6	
47	张云权 2015 <sup>[45]</sup>	2003-2010	湖北武汉	生态学	广义相加模型	脑卒中	死亡	回归系数	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>	7	
48	李景莉 2015 <sup>[49]</sup>	2011-2014	山西太原	生态学	相关分析、多元逐步线性 回归	缺血性	发病	相关系数 回归系数	气温、气压、湿度	6	
49	王瑞 2015 <sup>[50]</sup>	2012-2014	山西太原	生态学	相关分析、多元逐步线性 回归	出血性 缺血性	发病	相关系数 回归系数	气温、气压、湿度、风速	6	
50	杨文娟 2015 <sup>[51]</sup>	2011-2013	山东	横断面	卡方检验	出血性 缺血性	发病	无	季节	4	
51	卢浩 2015 <sup>[52]</sup>	2008-2013	河北保定	横断面	圆形分布法	出血性	发病	无	季节	4	
52	吴凯 2015 <sup>[53]</sup>	2003-2010	湖北武汉	生态学	广义相加模型	脑卒中	死亡	RR	气温	7	
53	张海涛 2015 <sup>[23]</sup>	2010-2012	四川甘孜	横断面	卡方检验	脑卒中	发病	无	居住环境、居住海拔	8	
54	吴振成 2015 <sup>[54]</sup>	2013-2014	山东临清	生态学	广义相加模型	脑卒中	发病	RR	气温	5	
55	洪斌 2015 <sup>[55]</sup>	2008-2012	安徽巢湖	生态学	相关分析、圆形分布法	出血性 缺血性	发病	相关系数	季节、气温、气压、湿度	6	
56	李颖 2015 <sup>[56]</sup>	2009-2012	北京	横断面	卡方检验	脑卒中	发病	无	季节	4	
57	周玉庆 2014 <sup>[136]</sup>	2008-2009	湖南长沙	病例交叉	条件Logistic回归	出血性 缺血性	发病	OR	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>	8	
58	方万里 2014 <sup>[57]</sup>	2007-2010	浙江宁波	生态学	多元逐步线性回归	脑卒中	发病	回归系数	气温、气压、湿度	4	

续表 2

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
59	张莹 2014 <sup>[58]</sup>	2004-2009	江苏南京	生态学	相关分析	出血性 缺血性	死亡	相关系数	气温、气压、湿度、风速、舒适度指数	7	7
60	张冬惠 2014 <sup>[59]</sup>	2009-2012	河南开封	生态学	相关分析、多元逐步线性回归、圆形分布法	出血性 缺血性	发病	相关系数 回归系数	季节、气温、气压、湿度、风速	7	7
61	陈业鹏 2014 <sup>[60]</sup>	2006-2010	黑龙江大庆	横断面	圆形分布法	出血性	发病	无	季节	7	7
62	郝宇 2014 <sup>[61]</sup>	1999-2011	北京	生态学	相关分析	缺血性	发病	相关系数	气温、水汽压、湿度、风速、降雨量、低云量	4	4
63	李新利 2014 <sup>[62]</sup>	2003-2010	新疆石河子	横断面	卡方检验	出血性 缺血性	发病	无	季节	7	7
64	周玉庆 2014 <sup>[63]</sup>	2008-2009	湖南长沙	病例交叉	条件Logistic回归	脑梗卒中 出血性 缺血性	发病	OR	气温	8	8
65	叶红晖 2013 <sup>[64]</sup>	2006-2010	山东日照	横断面	圆形分布法	出血性	发病	无	季节	7	7
66	王岩 2013 <sup>[65]</sup>	2008-2011	上海	横断面	圆形分布法	缺血性	发病	无	季节	6	6
67	缪隼 2013 <sup>[66]</sup>	2010	上海	生态学	相关分析	出血性 缺血性	发病	相关系数	气温、气压、湿度、风速、空气质量、紫外线强度	7	7
68	冯乃清 2013 <sup>[67]</sup>	2011-2012	山东淄博	横断面	$\chi^2$ 拟合优度检验	缺血性	发病	无	季节	7	7
69	项正兵 2013 <sup>[68]</sup>	2004-2009	江西南昌	生态学	相关分析、多元逐步线性回归、圆形分布法	出血性 缺血性	发病	相关系数 回归系数	季节、气温、气压、湿度	6	6
70	毕淑珍 2012 <sup>[69]</sup>	2007-2008	山西长治	生态学	方差分析	出血性 缺血性	发病	无	气温	6	6
71	王德征 2012 <sup>[70]</sup>	2001-2009	天津	生态学	相关分析、广义相加模型	脑梗卒中	死亡	相关系数 RR	气温、气压、湿度、风速、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>	7	7
72	王欣 2012 <sup>[71]</sup>	2008-2011	湖北荆门	生态学	相关分析、多元逐步线性回归	出血性	发病	相关系数 回归系数	季节、气温、气压、湿度、降雨量、日照时数	6	6
73	徐丹 2012 <sup>[72]</sup>	2008-2010	河南开封	生态学	相关分析	出血性	发病	相关系数	气温、气压、湿度、风速、蒸发量、降雨量、日照时数	4	4
74	宋艳茹 2012 <sup>[73]</sup>	2009-2011	辽宁盘锦	生态学	相关分析	出血性 缺血性	发病	相关系数	气温、气压、湿度、降雨量	6	6
75	黄仁发 2012 <sup>[74]</sup>	2003-2008	江西南昌	横断面	圆形分布法	出血性 缺血性	发病	无	季节	6	6
76	王欣 2012 <sup>[75]</sup>	2009-2010	湖北荆门	生态学	相关分析	出血性	发病	相关系数	气温	7	7



续表 2

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
77	王欣 2012 <sup>[76]</sup>	2008-2010	湖北荆门	生态学	相关分析、多元逐步线性回归	出血性	发病	相关系数 回归系数	气温、气压、湿度、风速、降雨量、日照时数	6	6
78	曾贤翠 2012 <sup>[77]</sup>	2006-2010	甘肃白银	生态学	一元线性回归	出血性 缺血性	发病	回归系数	气温、气压、湿度	6	6
79	高茵璐 2012 <sup>[78]</sup>	2007-2009	黑龙江 哈尔滨	生态学	多元逐步线性回归	出血性	死亡	回归系数	气温、气压、湿度、降雨量、日照时数	4	4
80	钱轶峰 2012 <sup>[137]</sup>	2003-2008	上海	病例交叉	条件Logistic回归	脑梗卒中 出血性 缺血性	死亡	OR	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>	8	8
81	陈兆荣 2012 <sup>[79]</sup>	2008-2010	安徽繁昌	横断面	卡方检验	出血性	发病	无	季节	4	4
82	Zhang 2022 <sup>[138]</sup>	2014-2019	上海	生态学	广义相加模型	脑梗卒中	发病	百分比变化	PM <sub>2.5</sub>	7	7
83	Zhan 2022 <sup>[80]</sup>	2010-2016	福建	生态学	分布滞后非线性模型	脑梗卒中 出血性 缺血性	发病	RR	气温	7	7
84	Xu 2022 <sup>[139]</sup>	2015-2019	江苏	病例交叉	条件Logistic回归	脑梗卒中 出血性 缺血性	死亡	(OR-1) *100% EF	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>	7	7
85	Xu 2022 <sup>[81]</sup>	2015-2019	江苏	病例交叉	条件Logistic回归、分布滞后非线性模型	脑梗卒中 出血性 缺血性	死亡	OR	气温	7	7
86	Wu 2022 <sup>[140]</sup>	2015-2020	浙江宁波	病例交叉	条件Logistic回归	缺血性	发病	OR	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>	8	8
87	Wu 2022 <sup>[141]</sup>	2014-2019	山东	病例交叉	条件泊松回归、分布滞后非线性模型	脑梗卒中 出血性 缺血性	发病	RR	PM <sub>1</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub>	8	8
88	Wang 2022 <sup>[82]</sup>	2011-2018	广东广州	生态学	泊松回归、分布滞后非线性模型	脑梗卒中	发病	RR	气温	7	7
89	Tian 2022 <sup>[142]</sup>	2013-2016	全国	生态学	广义相加模型	脑梗卒中	死亡 YLL	ERR 百分比变化	PM <sub>2.5</sub> 、NO <sub>2</sub>	7	7
90	Liu 2022 <sup>[143]</sup>	2015-2019	全国	病例交叉	条件Logistic回归	脑梗卒中 出血性 缺血性	发病	ER	PM <sub>1</sub>	8	8

续表 2

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
91	Liu 2022 <sup>[144]</sup>	2009-2018	浙江宁波	队列	Cox比例风险模型	卒中中 出血性 缺血性	死亡	HR	O <sub>3</sub>	8	8
92	Lin 2022 <sup>[145]</sup>	2015-2018	江苏	生态学	泊松回归	卒中中	死亡	百分比变化	O <sub>3</sub>	8	8
93	Liang 2022 <sup>[146]</sup>	2010-2017	全国	队列	Cox比例风险模型	卒中中 出血性 缺血性	死亡	HR	PM <sub>2.5</sub>	9	9
94	Li 2022 <sup>[147]</sup>	2003-2014	广东深圳	病例交叉	条件泊松回归、分布滞后非线性模型	缺血性	发病	RR	NO <sub>2</sub>	8	8
95	Lei 2022 <sup>[83]</sup>	2013-2015	全国	生态学	广义相加模型、分布滞后模型	卒中中	死亡	RR	气温	7	7
96	Ho 2022 <sup>[84]</sup>	2007-2014	中国香港	病例对照	条件Logistic回归	出血性 缺血性	死亡	OR	气温、湿度、PM <sub>10</sub> 、NO <sub>x</sub> 、O <sub>3</sub> 、 开放空间、绿化、区域空气污 染、交通空气污染	7	7
97	Gao 2022 <sup>[85]</sup>	2013-2019	广东深圳	生态学	广义相加模型	卒中中	死亡	RR	气温、NO、NO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub>	7	7
98	Chen 2022 <sup>[148]</sup>	2015-2016	重庆	生态学	泊松回归、分布滞后非线性模型	缺血性	发病	ER	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>	7	7
99	Zhu 2021 <sup>[86]</sup>	2013-2016	甘肃金昌	生态学	广义相加模型	卒中中	发病	RR、ER	气温	7	7
100	Zhang 2021 <sup>[149]</sup>	2015-2017	广东深圳	病例交叉	条件Logistic回归	卒中中	发病	OR	PM <sub>1</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub>	8	8
101	Zhang 2021 <sup>[150]</sup>	2013-2017	北京	病例交叉	条件Logistic回归	出血性 缺血性	发病	OR	PM <sub>2.5</sub>	7	7
102	Zhang 2021 <sup>[151]</sup>	2014-2016	北京	生态学	广义相加模型	缺血性	发病	百分比变化	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>	7	7
103	Zhang 2021 <sup>[152]</sup>	2015-2017	天津	生态学	分布滞后非线性模型	卒中中	发病	RR、ER	PM <sub>2.5</sub>	7	7
104	Yang 2021 <sup>[153]</sup>	2000-2009	北方城市	队列	Cox比例风险模型	卒中中	死亡	HR	PM <sub>2.5</sub>	9	9
105	Wu 2021 <sup>[154]</sup>	2013-2017	全国	生态学	广义相加模型	卒中中 出血性 缺血性	YLL	ER	SO <sub>2</sub> 百分比变化	7	7
106	Wu 2021 <sup>[155]</sup>	2018	全国	横断面	多元Logistic回归模型	缺血性	发病	OR	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO	7	7
107	Weng 2021 <sup>[156]</sup>	2014-2016	上海	生态学	广义相加模型	卒中中	发病	RR	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub> 百分比变化	7	7
108	Wang 2021 <sup>[157]</sup>	2013-2017	全国	生态学	广义相加模型	卒中中	YLL	百分比变化	CO	7	7
109	Tang 2021 <sup>[8]</sup>	2013-2018	重庆	生态学	广义相加模型	卒中中	发病	百分比变化	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>	7	7

续表 2

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
110	Shi 2021 <sup>[87]</sup>	2013-2016	甘肃金昌	生态学	广义相加模型	脑梗卒中	发病	ER	气温	7	7
111	Shen 2021 <sup>[88]</sup>	2014-2017	辽宁沈阳	生态学	分布滞后非线性模型	脑梗卒中	发病	RR	气温	5	5
112	Ma 2021 <sup>[91]</sup>	2008-2012	北京	生态学	广义相加模型、分布滞后非线性模型	缺血性	发病	RR	气温	7	7
113	Luan 2021 <sup>[158]</sup>	2008-2012	北京	生态学	分布滞后非线性模型	脑梗卒中	YLL	RR	API	7	7
114	Li 2021 <sup>[89]</sup>	2003-2014	广东深圳	生态学	广义相加模型、分布滞后非线性模型	出血性 缺血性	发病	RR	气温	7	7
115	Li 2021 <sup>[93]</sup>	2013-2018	湖北武汉	生态学	分布滞后非线性模型	缺血性	发病	RR	人体舒适度指数K <sub>ssd</sub>	7	7
116	Li 2021 <sup>[159]</sup>	2013-2017	全国	生态学	广义相加模型	脑梗卒中 出血性 缺血性	死亡、YLL	百分比变化	O <sub>3</sub>	7	7
117	Hu 2021 <sup>[160]</sup>	2017-2019	江苏盐城	生态学	广义相加模型	缺血性	发病	百分比变化	PM <sub>2.5</sub>	7	7
118	Hu 2021 <sup>[90]</sup>	2006-2017	全国	生态学	分布滞后非线性模型	出血性 缺血性	YLL	无	气温	7	7
119	He 2021 <sup>[92]</sup>	2009-2017	安徽合肥	生态学	广义相加模型、分布滞后非线性模型、双变量响应面模型	缺血性	发病	RR	气温	7	7
120	Cao 2021 <sup>[216]</sup>	2018-2019	全国	队列	Cox比例风险模型	脑梗卒中	发病、死亡	HR	固体燃料	8	8
121	Bao 2021 <sup>[221]</sup>	2010-2016	广东深圳	生态学	Logistic回归、多元Logistic回归模型	脑梗卒中	发病	OR	白天地表温度、夜间地表温度、NDVI、水体、不透水面	7	7
122	Ban 2021 <sup>[161]</sup>	2013-2017	全国	病例交叉	条件Logistic回归	脑梗卒中 出血性 缺血性	发病、死亡	百分比变化	PM <sub>2.5</sub>	8	8
123	Ban 2021 <sup>[162]</sup>	2013-2017	北京	病例交叉	条件Logistic回归、分布滞后非线性模型	出血性 缺血性	发病	百分比变化	PM <sub>2.5</sub>	7	7
124	Yao 2020 <sup>[94]</sup>	2005-2019	山东日照	病例交叉	相关分析、条件泊松回归、分布滞后模型、分布滞后非线性模型	出血性	发病	相关系数、OR	气温、气压、湿度	8	8
125	Yao 2020 <sup>[163]</sup>	2015-2017	湖北宜昌	生态学	广义相加模型	脑梗卒中 出血性 缺血性	发病	百分比变化	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub>	8	8

续表 2

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
126	Xue 2020 <sup>[65]</sup>	2000-2016	全国	病例交叉	条件Logistic回归、分布滞后非线性模型	卒中中 出血性 缺血性	发病	OR	气温		8
127	Xu 2020 <sup>[64]</sup>	2012-2013	北京	病例交叉	条件Logistic回归	卒中中	死亡	百分比变化	PM <sub>2.5</sub>		7
128	Wang 2020 <sup>[65]</sup>	2008-2014	广东深圳	病例交叉	分布滞后非线性模型	缺血性	发病	RR	PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub>		7
129	Wang 2020 <sup>[66]</sup>	2009-2016	云南玉溪	生态学	一般线性回归模型、分布滞后非线性模型	卒中中	YLL	百分比变化	气温		7
130	Tang 2020 <sup>[60]</sup>	2010-2014	安徽合肥	生态学	泊松回归、分布滞后非线性模型	缺血性	发病	RR	降雨量		7
131	Shen 2020 <sup>[6]</sup>	2009-2014	广东广州	生态学	广义相加模型	出血性 缺血性	发病	百分比变化	SO <sub>2</sub>		7
132	Qi 2020 <sup>[11]</sup>	2014-2019	天津	生态学	泊松回归	缺血性	发病	回归系数	气温、气压、湿度		8
133	Qi 2020 <sup>[66]</sup>	2018-2019	天津	病例交叉	条件Logistic回归	缺血性	发病	OR	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub>		8
134	Ma 2020 <sup>[67]</sup>	2014-2017	江苏	生态学	分布滞后非线性模型	卒中中	死亡	RR	气温		7
135	Luo 2020 <sup>[67]</sup>	2016-2017	四川成都	生态学	广义相加模型	卒中中	死亡	HR	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub>		5
136	Li 2020 <sup>[68]</sup>	2013-2017	全国	生态学	广义相加模型	卒中中 出血性 缺血性	YLL	百分比变化	PM <sub>2.5</sub>		7
137	Li 2020 <sup>[69]</sup>	2013-2017	全国	生态学	广义相加模型	出血性 缺血性	YLL	百分比变化	NO <sub>2</sub>		7
138	Lei 2020 <sup>[12]</sup>	2005-2016	广东深圳	生态学	泊松回归、分布滞后非线性模型	卒中中	发病	RR	气温		7
139	Guo 2020 <sup>[170]</sup>	2014-2016	广东深圳	生态学	泊松回归	卒中中 出血性 缺血性	发病	RR	PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>		7
140	Gu 2020 <sup>[171]</sup>	2013-2017	全国	生态学	广义相加模型	卒中中 出血性 缺血性	发病	百分比变化	PM <sub>2.5</sub>		7
141	Dong 2020 <sup>[172]</sup>	2013-2017	全国	生态学	分布滞后非线性模型	卒中中	死亡	百分比变化	PM <sub>2.5</sub>		7
142	Chen 2020 <sup>[173]</sup>	2013-2015	全国	病例交叉	条件泊松回归、分布滞后非线性模型	缺血性	发病	RR	PM <sub>1</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub>		8
143	Chen 2020 <sup>[174]</sup>	2014-2017	辽宁沈阳	生态学	广义相加模型	卒中中	发病	RR	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>		7

续表 2

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
144	Bassig 2020 <sup>[219]</sup>	1976-2011	云南宣威	队列	未报告	脑梗卒中	死亡	HR	无烟煤		8
145	Yang 2019 <sup>[98]</sup>	2007-2013	全国	生态学	泊松回归	脑梗卒中	死亡	RR	气温		7
146	Xue 2019 <sup>[175]</sup>	2013-2015	全国	病例交叉	条件Logistic回归、分布滞后模型	脑梗卒中	发病	OR	O <sub>3</sub>		8
147	Wang 2019 <sup>[176]</sup>	2014-2016	上海	生态学	广义相加模型	缺血性	发病	百分比变化	PM <sub>2.5</sub>		8
148	Tian 2019 <sup>[177]</sup>	2014-2016	全国	生态学	泊松回归	缺血性	发病	百分比变化	PM <sub>10-2.5</sub>		7
149	Tian 2019 <sup>[99]</sup>	2014-2017	全国	生态学	广义相加模型	出血性 缺血性	发病	百分比变化	PM <sub>2.5</sub>		8
150	Tian 2019 <sup>[178]</sup>	2014-2017	全国	生态学	泊松回归、分布滞后非线性模型	缺血性	发病	百分比变化	气温		8
151	Qian 2019 <sup>[179]</sup>	2012-2014	上海	病例交叉	条件Logistic回归	出血性	发病	OR	PM <sub>2.5</sub>		8
152	Li 2019 <sup>[180]</sup>	2005-2013	北京	病例交叉	条件Logistic回归、分布滞后非线性模型	脑梗卒中	发病	OR	PM <sub>2.5</sub>		7
153	Jiao 2019 <sup>[100]</sup>	2009-2012	湖北武汉	生态学	分布滞后模型	脑梗卒中	死亡、YLL	百分比变化	气温		7
154	Huang 2019 <sup>[13]</sup>	2013-2017	福建福州	生态学	相关分析、泊松回归、广义相加模型	出血性	发病	相关系数 IRR	季节、气温、气压		8
155	Huang 2019 <sup>[181]</sup>	1992-2015	全国	队列	Cox比例风险模型	脑梗卒中 出血性 缺血性	发病	HR	PM <sub>2.5</sub>		9
156	Guo 2019 <sup>[101]</sup>	2008-2012	内蒙古	病例交叉	相关分析、卡方检验、一元线性回归	脑梗卒中	死亡	相关系数 回归系数 OR	季节、气温、湿度、降雨量、日照时数		8
157	Gao 2019 <sup>[102]</sup>	2013-2015	安徽合肥	生态学	分布滞后非线性模型	缺血性	发病	RR	气温		7
158	Chen 2019 <sup>[182]</sup>	2013-2015	全国	生态学	广义相加模型	脑梗卒中	死亡	百分比变化	PM <sub>2.5-10</sub>		7
159	Chen 2019 <sup>[183]</sup>	2015-2016	四川	生态学	广义相加模型	出血性 缺血性	发病	百分比变化	PM <sub>2.5-10</sub>		8
160	Chen 2019 <sup>[184]</sup>	2013-2015	山东济南	生态学	广义相加模型	脑梗卒中	发病	RR	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>		7
161	Bao 2019 <sup>[103]</sup>	2015-2016	广东深圳	生态学	泊松回归、分布滞后非线性模型	脑梗卒中 出血性 缺血性	发病	RR	气温		7
162	Zhong 2018 <sup>[185]</sup>	2008-2009	湖南长沙	病例交叉	条件Logistic回归	出血性 缺血性	发病	OR	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>		8

续表 2

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
163	Zhang 2018 <sup>[186]</sup>	2014-2016	北京	生态学	广义相加模型	卒中中 出血性 缺血性	死亡	百分比变化	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub>	7	7
164	Zeng 2018 <sup>[187]</sup>	2013-2015	四川成都	生态学	广义相加模型	卒中中	发病	RR、ER、 百分比变化	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5-10</sub>	7	7
165	Yin 2018 <sup>[104]</sup>	2013-2015	全国	生态学	广义相加模型、分布滞后模型、分布滞后非线性模型	卒中中 出血性 缺血性	死亡	RR	气温	8	8
166	Yang 2018 <sup>[105]</sup>	2007-2013	全国	生态学	泊松回归、分布滞后非线性模型	卒中中	死亡	百分比变化	气温	7	7
167	Yang 2018 <sup>[106]</sup>	2007-2014	全国	生态学	泊松回归、分布滞后非线性模型	卒中中	死亡	百分比变化	气温	7	7
168	Wang 2018 <sup>[188]</sup>	2013-2016	广东	生态学	广义相加模型	卒中中 出血性 缺血性	死亡	ER	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5-10</sub>	7	7
169	Wang 2018 <sup>[189]</sup>	2013-2015	全国	生态学	泊松回归	卒中中	死亡	百分比变化	SO <sub>2</sub>	7	7
170	Tian 2018 <sup>[90]</sup>	2014-2016	全国	生态学	广义相加模型	缺血性	发病	百分比变化	PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>	8	8
171	Ma 2018 <sup>[107]</sup>	2008-2012	北京	生态学	相关分析、广义相加模型	出血性 缺血性	发病	相关系数 RR	气温、气压、水汽压、湿度、 UTCI、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>	8	8
172	Luo 2018 <sup>[108]</sup>	2013-2014	北京	生态学	广义相加模型、分布滞后非线性模型	出血性 缺血性	发病	RR	气温	7	7
173	Jin 2018 <sup>[109]</sup>	2006-2007	江苏武进	生态学	卡方检验	卒中中 出血性 缺血性	发病	RR、OR	季节	8	8
174	Hu 2018 <sup>[191]</sup>	2013-2017	浙江	生态学	泊松回归、分布滞后模型	卒中中	死亡	RR	PM <sub>1</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub>	7	7
175	Guan 2018 <sup>[192]</sup>	2013-2015	全国	病例交叉	条件Logistic回归、分布滞后模型	卒中中	发病	OR	PM <sub>2.5</sub>	8	8
176	Ge 2018 <sup>[193]</sup>	2012-2015	广东广州	生态学	分布滞后非线性模型	卒中中	发病	EER	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5-10</sub>	8	8
177	Dong 2018 <sup>[194]</sup>	2015-2016	江苏常州	生态学	广义相加模型	缺血性	发病、死亡	RR 百分比变化	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO	7	7
178	Chen 2018 <sup>[195]</sup>	2015-2016	浙江	生态学	综合暴露-反应(IER)模型	卒中中	发病	RR	PM <sub>2.5</sub>	4	4

续表 2

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
179	Chen 2018 <sup>[10]</sup>	2013-2015	全国	生态学	广义线性模型, 分布滞后非线性模型	卒中中 缺血性 缺血性	死亡	RR	气温	7	7
180	Chen 2018 <sup>[96]</sup>	2013-2015	全国	生态学	广义线性模型	卒中中	死亡	百分比变化	NO <sub>2</sub>	7	7
181	Chen 2018 <sup>[97]</sup>	2013-2015	全国	生态学	泊松回归	卒中中	死亡	百分比变化	PM <sub>2.5</sub>	7	7
182	Zhou 2017 <sup>[11]</sup>	2009-2013	江苏	生态学	分布滞后非线性模型	卒中中 缺血性 缺血性	死亡	RR	气温	8	8
183	Yu 2017 <sup>[98]</sup>	2015-2016	江苏常州	生态学	广义相加模型	缺血性	发病、死亡	RR	O <sub>3</sub>	7	7
184	Yin 2017 <sup>[99]</sup>	2013-2015	全国	生态学	广义线性模型, 分布滞后非线性模型、多项式分布滞后模型	卒中中	死亡	百分比变化	O <sub>3</sub>	7	7
185	Tian 2017 <sup>[200]</sup>	2010-2012	北京	生态学	广义相加模型	缺血性	发病	RR	PM <sub>2.5</sub>	7	7
186	Qiu 2017 <sup>[201]</sup>	1998-2010	中国香港	队列	Cox比例风险模型	卒中中 缺血性 缺血性	发病	HR	PM <sub>2.5</sub>	9	9
187	Liu 2017 <sup>[202]</sup>	2014-2015	全国	病例交叉	条件Logistic回归、分布滞后非线性模型	缺血性 缺血性	发病	RR	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub>	8	8
188	Liu 2017 <sup>[203]</sup>	2014-2015	全国	病例交叉	条件Logistic回归、分布滞后非线性模型	缺血性 缺血性	发病	RR	PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub>	8	8
189	Huang 2017 <sup>[204]</sup>	2009	湖南长沙	病例交叉	条件Logistic回归	缺血性	发病	OR	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub>	8	8
190	Huang 2017 <sup>[205]</sup>	2013-2014	北京	病例交叉	条件Logistic回归	卒中中	发病	RR	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub>	7	7
191	Hou 2017 <sup>[222]</sup>	1989-1991	全国	病例对照	非条件Logistic回归	卒中中 缺血性 缺血性	死亡	OR	被动吸烟	8	8
192	Han 2017 <sup>[112]</sup>	2011-2014	山东济南	生态学	泊松回归	卒中中	死亡	RR	气温	7	7
193	Guo 2017 <sup>[113]</sup>	2013-2015	广东广州	生态学	分布滞后非线性模型	缺血性 缺血性	发病	RR	气温	7	7

续表 2

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
194	Guo 2017 <sup>[206]</sup>	2013-2015	广东广州	生态学	泊松回归	缺血性	发病	RR、百分比变化	PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>	7	7
195	Feng 2017 <sup>[207]</sup>	2015-2016	全国	生态学	综合暴露-反应(IER)模型	脑梗卒中	死亡	RR	PM <sub>2.5</sub>	8	8
196	Chen 2017 <sup>[208]</sup>	2013-2015	全国	生态学	广义相加模型	脑梗卒中	死亡	百分比变化	PM <sub>2.5</sub>	8	8
197	Chen 2017 <sup>[114]</sup>	2008-2015	江西南昌	病例交叉	条件Logistic回归	出血性 缺血性	发病	OR	气温	8	8
198	Ban 2017 <sup>[115]</sup>	2013-2015	全国	生态学	泊松回归、分布滞后非线性模型	脑梗卒中	死亡	RR	气温	7	7
199	Zheng 2016 <sup>[116]</sup>	2004-2005	黑龙江 齐齐哈尔	生态学	相关分析、单因素Logistic回归、多元Logistic回归	出血性	发病	相关系数、回归系数、OR	气温、气压、湿度	7	7
200	Zhang 2016 <sup>[117]</sup>	2003-2010	湖北武汉	生态学	泊松回归、分布滞后非线性模型	脑梗卒中	死亡	RR、百分比变化	气温	7	7
201	Yang 2016 <sup>[118]</sup>	2007-2013	全国	生态学	泊松回归、分布滞后非线性模型	脑梗卒中	死亡	RR	气温	8	8
202	Lin 2016 <sup>[209]</sup>	2007-2011	广东广州	生态学	广义相加模型	脑梗卒中 出血性 缺血性	死亡	EER	PM <sub>1</sub> 、PM <sub>1-2.5</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>2.5-10</sub> 、PM <sub>10</sub>	7	7
203	Huang 2016 <sup>[210]</sup>	2013-2014	北京	病例交叉	条件Logistic回归	出血性 缺血性	发病	OR、百分比变化	PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5-10</sub>	7	7
204	Tian 2015 <sup>[211]</sup>	2004-2011	中国香港	生态学	广义相加模型	脑梗卒中	发病	ER、RR	CO	8	8
205	Qu 2015 <sup>[217]</sup>	2008-2010	山西静乐	横断面	多因素Logistic回归模型	脑梗卒中	发病	回归系数、OR	固体燃料	10	10
206	Yang 2013 <sup>[119]</sup>	2003-2010	广东广州	生态学	泊松回归、分布滞后非线性模型	脑梗卒中	死亡	百分比变化	气温	7	7
207	Xu 2013 <sup>[123]</sup>	2006-2010	北京	生态学	Logistic回归、广义相加模型	脑梗卒中 出血性 缺血性	死亡	RR	季节	8	8
208	Xiang 2013 <sup>[121]</sup>	2006-2008	湖北武汉	病例交叉	多变量条件Logistic回归	脑梗卒中 出血性 缺血性	发病	OR	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>	7	7



续表 2

序号	研究	研究时段	研究地点	研究设计	统计学方法	卒中类型	疾病结局	效应估计	环境危险因素	AHRQ评分	NOS评分
209	Wang 2013 <sup>[120]</sup>	1990-2009	山东济南	生态学	广义相加模型、分布滞后非线性模型	缺血性	发病	RR	气温、湿度	7	7
210	Wang 2013 <sup>[121]</sup>	2006-2009	四川成都	生态学	多元Logistic回归模型	出血性	发病	OR	季节	7	7
211	Li 2013 <sup>[123]</sup>	2006-2009	天津	生态学	广义相加模型	脑梗死	死亡	RR	PM <sub>10</sub>	7	7
212	Dong 2013 <sup>[124]</sup>	2009	辽宁	横断面	Logistic回归	脑梗死	发病	OR	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>	9	9
213	Chen 2013 <sup>[125]</sup>	1996-2008	全国	生态学	泊松回归、广义相加模型	脑梗死	死亡	百分比变化	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>	8	8
214	Chen 2013 <sup>[122]</sup>	1996-2008	全国	生态学	广义相加模型、分布滞后非线性模型	脑梗死	死亡	RR	气温	8	8
215	Lee 2012 <sup>[218]</sup>	2007-2009	上海	横断面	Logistic回归	脑梗死	发病	OR	固体燃料	10	10

注：EF：超额死亡率；API：空气污染指数；NDVI：归一化植被指数；UTCI：热气候指数

表3 研究设计、统计学方法、效应估计指标总结  
Table 3. Summary of study design, statistical methods, effect measures

项目	文献数	占比 (%)
研究设计		
横断面研究	25	11.63
生态学研究	142	66.05
病例对照研究	2	0.93
病例交叉研究	39	18.14
队列研究	7	3.26
统计学方法		
卡方检验	14	6.51
卡方拟合优度检验	2	0.93
Kruskal Wallis H检验	1	0.47
Wilcoxon秩和检验	1	0.47
方差分析	1	0.47
相关分析	32	14.88
广义线性模型 (GLM)	3	1.40
Logistic回归	40	18.60
泊松回归	31	14.42
线性回归	17	7.91
分布滞后模型 (DLMs)	8	3.72
分布滞后非线性模型 (DLNM)	52	24.19
广义相加模型 (GAM)	59	27.44
多项式分布滞后模型 (PDLM)	1	0.47
Cox比例风险模型	6	2.79
空间回归分析	1	0.47
随机效应模型	1	0.47
非参数回归	1	0.47
圆形分布法	13	6.05
双变量响应面模型	2	0.93
综合暴露-反应 (IER) 模型	2	0.93
效应估计		
回归系数	19	8.84
相关系数	32	14.88
比值比 (OR)	37	17.21
(OR-1)*100%	1	0.47
相对危险度 (RR)	70	32.56
超额风险 (ER)	14	6.51
超额相对风险 (EER)	3	1.40
发病率比 (IRR)	1	0.47
风险比 (HR)	8	3.72
超额死亡率 (EF)	1	0.47
百分比变化	52	24.19

## 2.3 脑卒中与环境危险因素的关联

脑卒中及其亚型与环境危险因素之间相关性统计学显著的文献数与相关性统计学(部分)不显著的文献数分布见表4。

### 2.3.1 气象因素

共计113项研究探讨了各种气象因素与脑卒中之间的关联<sup>[10-13, 15-123]</sup>,其中87项研究涉及气温,且大部分研究均发现了统计学关联。以下就主要的3个气温指标进行叙述。

共有37项研究涉及日均气温。在21项涉及日均气温与缺血性脑卒中的研究中,11项研究发现非线性关联<sup>[15, 22, 36, 80-81, 89-90, 108, 110, 113, 120]</sup>,1项研究发现正相关<sup>[11]</sup>,1项研究发现负相关<sup>[30]</sup>,2项研究发现统计学关联<sup>[24, 69]</sup>。在21项涉及日均气温与出血性脑卒中的研究中,11项研究发现非线性关联<sup>[15, 36, 44, 80-81, 89-90, 108, 110, 113, 124]</sup>,7项研究发现负相关<sup>[27, 32, 49, 58, 75, 107, 116]</sup>,1项研究发现统计学关联<sup>[24]</sup>。在15项涉及日均气温与脑卒中的研究中,12项研究发现非线性关联<sup>[15, 18, 35, 80-81, 88, 96-97, 110, 117-118, 122]</sup>,1项研究发现负相关<sup>[70]</sup>,1项研究发现氮氧化物和温度对脑卒中死亡率有交互作用<sup>[85]</sup>。

25项研究涉及极端气温,包括寒潮、热浪及各种定义的高温、低温。在13项涉及极端气温与缺血性脑卒中的研究中,1项研究发现非线性关联<sup>[103]</sup>,4项研究发现高温、低温暴露均是缺血性脑卒中危险因素<sup>[26, 80, 90, 110]</sup>,4项研究发现高温暴露是缺血性脑卒中危险因素<sup>[89, 104, 111, 114]</sup>,3项研究发现低温暴露是缺血性脑卒中危险因素<sup>[102, 108, 113]</sup>。在12项涉及极端气温与出血性脑卒中的研究中,1项研究发现非线性关联<sup>[103]</sup>,3项研究发现高温、低温暴露均是出血性脑卒中危险因素<sup>[44, 90, 110]</sup>,1项研究发现高温暴露是出血性脑卒中危险因素<sup>[111]</sup>,3项研究发现低温暴露是出血性脑卒中危险因素<sup>[108, 113-114]</sup>,2项研究发现高温暴露、低温暴露分别是出血性脑卒中的保护因素、危险因素<sup>[84, 89]</sup>。在16项涉及极端气温与脑卒中的研究中,1项研究发现非线性关联<sup>[103]</sup>,7项研究发现高温、低温暴露均是脑卒中危险因素<sup>[25, 35, 83, 110, 112, 117, 122]</sup>,6项研究发现高温暴露是脑卒中危险因素<sup>[38, 52, 98, 104, 111, 115]</sup>,2项研究发现低温暴露是脑卒中危险因素<sup>[80, 96]</sup>。

24项研究涉及温度变异指标。在11项涉及温度变异相关指标与缺血性脑卒中的研究中,2项研究发现非线性关联<sup>[92, 95]</sup>,4项研究发现其

为缺血性脑卒中危险因素<sup>[11, 91, 99, 114]</sup>,1项研究发现负相关<sup>[33]</sup>,1项研究发现统计学关联<sup>[24]</sup>。在9项涉及温度变异相关指标与出血性脑卒中的研究中,1项研究发现非线性关联<sup>[95]</sup>,3项研究发现其为出血性脑卒中危险因素<sup>[75, 94, 114]</sup>,1项研究发现负相关<sup>[76]</sup>,1项研究发现统计学关联<sup>[24]</sup>。在11项涉及温度变异相关指标与脑卒中的研究中,5项研究发现非线性关联<sup>[12, 82, 87, 95, 101]</sup>,4项研究发现其为脑卒中危险因素<sup>[86, 105-106, 119]</sup>,1项研究发现负相关<sup>[57]</sup>。

33项研究涉及脑卒中及其亚型的季节性,尽管研究结果不同,但绝大多数研究发现脑卒中及其亚型是存在季节性的。出血性脑卒中的季节性研究中,24项研究存在统计学相关,其中10项研究发现冬季高发<sup>[37, 41-42, 47, 59-60, 64, 71, 74, 121]</sup>。关于气压,只有不到一半的研究发现了相关性,且绝大部分为正相关。部分研究涉及湿度、风速、降雨和日照时数,但影响证据较低。关于水汽压,1项研究发现脑梗死的发病与同节气的平均水汽压呈正相关,同时前一节气的平均水汽压与脑梗死发病呈正相关<sup>[61]</sup>,1项研究发现水汽压与缺血性、出血性脑卒中风险均呈正相关<sup>[107]</sup>。关于风向,1项研究发现脑出血发病在不同风向时分布不均匀<sup>[32]</sup>。关于蒸发量、舒适度指数对脑卒中及其亚型的影响的研究数量非常有限,但发现了部分统计学关联,而涉及低云量、紫外线强度的研究中未发现关联。

### 2.3.2 空气污染

102项研究调查了各种空气污染与脑卒中及其亚型风险之间的关联<sup>[8-9, 18, 28, 33, 66, 70, 84-85, 107, 124-215]</sup>。对于颗粒物,大部分研究结果发现较高浓度的PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>1</sub>与较高的缺血性脑卒中和脑卒中风险相关,较高浓度的PM<sub>2.5-10</sub>与较高的缺血性脑卒中风险相关,但各有1项研究发现PM<sub>10</sub>、PM<sub>1</sub>浓度与出血性脑卒中风险呈负相关<sup>[107, 143]</sup>,尚未发现PM<sub>1-2.5</sub>对脑卒中及其亚型的影响。

对于气态污染物,本研究也发现较高浓度的NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>与较高的脑卒中及其亚型风险相关,但各有1项研究发现NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>浓度与出血性脑卒中风险呈负相关<sup>[33, 198]</sup>。同时,研究还发现较高浓度的SO<sub>2</sub>、CO对缺血性脑卒中和脑卒中存在不利影响,仅各有1项研究发现SO<sub>2</sub>、CO浓度与缺血性脑卒中风险呈负相关<sup>[28, 140]</sup>,1项研究发现CO浓

表4 脑卒中及其亚型与环境危险因素的关联总结

Table 4. Summary of the relationship between stroke and its subtypes with environmental risk factors

环境危险因素	缺血性脑卒中		出血性脑卒中		脑卒中	
	有统计学关联 (篇)	关联(部分) 不显著(篇)	有统计学关联 (篇)	关联(部分) 不显著(篇)	有统计学关联 (篇)	关联(部分) 不显著(篇)
气象因素						
季节	17	2	24	1	7	0
气温	29	14	29	12	35	5
气压	6	9	9	11	3	1
水汽压	2	0	1	0	-	-
湿度	7	12	7	13	1	4
风速	0	9	2	9	1	2
日照时数	1	1	2	3	1	1
蒸发量	-	-	0	1	1	0
降雨	2	3	2	5	1	1
风向	-	-	1	0	-	-
低云量	0	1	-	-	-	-
舒适度指数	1	1	1	0	-	-
紫外线强度	0	1	0	1	-	-
空气污染						
SO <sub>2</sub>	14	6	4	6	14	4
CO	8	4	1	1	6	1
NO <sub>2</sub>	18	5	8	3	16	6
O <sub>3</sub>	12	6	4	3	12	5
O <sub>x</sub>	-	-	-	-	1	0
PM <sub>2.5</sub>	29	6	11	12	31	5
PM <sub>10</sub>	21	6	9	9	14	9
PM <sub>1</sub>	3	1	2	1	4	1
PM <sub>2.5-10</sub>	4	1	1	3	2	3
PM <sub>1-2.5</sub>	0	1	0	1	0	1
API	-	-	-	-	0	1
NO	-	-	-	-	1	0
NO <sub>x</sub>	0	1	0	1	1	0
区域空气污染	1	0	0	1	-	-
交通空气污染	0	1	0	1	-	-
空气质量	0	1	0	1	-	-
燃料暴露						
固体燃料	-	-	-	-	3	0
无烟煤	-	-	-	-	1	0
城市环境特征						
高密度居住环境	-	-	-	-	1	0
开放空间	0	1	0	1	-	-
绿化	0	1	0	1	-	-
白天地表温度	-	-	-	-	0	1
夜间地表温度	-	-	-	-	1	0
归一化植被指数	-	-	-	-	1	0
水体	-	-	-	-	1	0
不透水面	-	-	-	-	1	0
居住环境	-	-	-	-	0	1
居住海拔	-	-	-	-	0	1
热气候指数	0	1	1	0	-	-
被动吸烟	1	0	1	0	1	0

度与脑卒中风险呈负相关<sup>[211]</sup>。关于 $O_3$ ，1项研究表明大气氧化性污染物暴露可引起脑卒中死亡风险升高，未发现高温与高浓度大气氧化性污染物对脑卒中死亡风险存在交互作用<sup>[18]</sup>。关于NO的一项研究表明它和温度对卒中死亡率有交互作用<sup>[85]</sup>。对 $NO_x$ 和区域空气污染的研究有限，有部分证据表明其增加脑卒中及其亚型的发生风险。尚未发现空气污染指数、交通空气污染、空气质量对脑卒中及其亚型的影响。

### 2.3.3 其他环境因素

极少数研究调查了燃料暴露、城市环境特征、居住环境、居住海拔、热气候指数和被动吸烟。对于燃料暴露，3项研究均发现使用固体燃料与脑卒中风险增加有关<sup>[216-218]</sup>，1项研究发现使用无烟煤可能与脑卒中的死亡率增加有关<sup>[219]</sup>。对于城市环境特征，1项研究发现高密度居住环境与脑卒中风险增加有关<sup>[220]</sup>，1项研究发现高夜间地表温度值和不透水地表比例可能加剧热对脑卒中发病的影响、高归一化植被指数值和水体比例可能缓解热的有害影响<sup>[221]</sup>，暂未发现开放空间、绿化、白天地表温度值对脑卒中及其亚型的影响<sup>[84, 221]</sup>。除此之外，1项研究发现出血性脑卒中发病率与热气候指数呈负相关<sup>[107]</sup>，1项研究发现被动吸烟与各种类型的脑卒中的死亡有关<sup>[222]</sup>，暂未发现居住环境、居住海拔对脑卒中及其亚型的影响<sup>[223]</sup>。

## 3 讨论

本文共纳入215项研究，旨在总结我国研究报告的脑卒中环境危险因素种类、环境因素与脑卒中的关联。研究发现，与中国地区脑卒中相关最常见的环境因素是气象因素和空气污染。

在气象因素中，最常报告的因素是气温。本研究发现气温与脑卒中及其亚型的关联是显著的。关于气温的研究聚焦于日均气温与脑卒中的非线性关联，以及极端气温、温度变异指标对脑卒中的不利影响，并且这些关联大部分是显著的。表明脑卒中风险与气温有紧密的联系，但温度对脑卒中及其亚型的影响不完全一致，这与许多研究的发现是一致的<sup>[224-226]</sup>。环境温度增加脑卒中风险的机制在冷或热温度暴露中有所不同。在低温暴露下，它主要与交感神经活动增加有关，导致血压升高、外周血管收缩、血小板计数增加和血液黏度增加<sup>[227]</sup>。高温暴露导致脑卒中风险增

加的机制是出汗和皮肤血流量增加、产生脱水、血液黏度增加、血液浓度增加和胆固醇水平升高等<sup>[228]</sup>。而温度变化导致的脑卒中风险增加可能是不稳定的温度改变心率、血液胆固醇水平、血压、血浆纤维蛋白原浓度、血小板黏度，并增加血液中的炎症因子，而这些变化可能会加剧心脑血管疾病患者的疾病状况<sup>[106]</sup>。关于季节，绝大多数研究中脑卒中及其亚型的发病和死亡等风险存在季节性，但季节分布的结果并不一致，可能与不同地区的季节变化和不同研究人群的人口学特征有关。实际上，脑卒中风险随季节而变化的机制尚不完全清楚，有研究认为适应天气的生理过程的变化可能会触发脑卒中的发生<sup>[229]</sup>。此外，寒冷的气候可能会改变人类活动，如室内吸烟、剧烈活动和饮酒量增加，而这些是冬季出血性脑卒中发生风险的常见原因<sup>[230]</sup>。较高的气压可能是脑卒中及其亚型的危险因素。研究表明，大气压的影响机制可能是通过触发内源性炎症和改变内皮功能直接影响血管壁<sup>[231-232]</sup>，也可能通过对动脉粥样硬化斑块施加应力导致斑块破裂<sup>[233]</sup>。

本研究发现，暴露在较高空气污染水平下发生脑卒中的风险较高，尤其是 $PM_{2.5}$ 、 $PM_{10}$ 、CO、 $NO_2$ 、 $O_3$ 和 $SO_2$ ，但这些空气污染暴露对出血性脑卒中的影响较低，这与最近的综述和Meta分析的研究结果相似<sup>[234-236]</sup>。 $PM_1$ 、 $PM_{2.5-10}$ 与脑卒中的关联有待进一步分析。研究表明，空气污染暴露促进全身血管氧化应激反应，随后内皮细胞功能障碍、单核细胞活化和一些致动脉粥样硬化的脂蛋白改变<sup>[237]</sup>。此外，由于凝血因子和血小板活化的增加，空气污染更有利于血栓的形成<sup>[238]</sup>。纵使空气污染的风险很小，鉴于大量人口可能暴露在污染中，受影响的人口可能达到较高的比例，应对空气污染和气象要素等环境因素进行监管和监测，确定缓解措施，有助于避免人口过度暴露于大气中的有害成分和非舒适的环境中。

本研究发现燃料暴露、被动吸烟对脑卒中有危险影响。尽管这些研究的证据很少，鉴于几项研究中一致的相关性，应采取行动减少这些环境危险因素的暴露。生物质（木材、作物残渣）和煤炭是中国某些农村地区经常使用的燃料，这些燃料通常在通风不良的空间内燃烧，而低热的炉灶通常会排放颗粒物（PM）、多环芳烃（PAHs）、重金属和许多其他有机污染物的复杂污染物混合

物<sup>[217, 239]</sup>, 这些污染物与环境污染有关, 而且颗粒物暴露是脑卒中的危险因素。关于城市环境特征的研究较少, 需要更多的研究来了解这些特征与脑卒中之间的关系。

未来仍需开展更多高质量的研究来证实现有证据, 并了解环境在脑卒中预防中的作用。此外, 评估多个相关的环境决定因素将有助于确定脑卒中预防的关键决定因素, 从而为政策决策提供有效的信息。本文纳入的研究中涉及交互作用的研究有限, 研究环境特征之间的相互作用是一个可探索的方向。同样, 需要更清楚地阐明环境对脑卒中的影响机制。由于脑卒中导致的极大的疾病负担, 迫切需要开展的研究关注弱势群体和农村人口。最后, 本研究纳入的是在中国进行的研究, 将本研究结果与全球其他地区的研究进行比较, 可以观察到更多的环境危险因素, 从而对脑卒中的其他未研究特征进行更多分析, 例如噪声、食品污染、辐射、磁场、光污染等<sup>[240-242]</sup>。

本研究存在一定局限性。首先, 本研究仅对发表文献进行综述, 未纳入会议摘要或未发表的文献等, 可能存在发表偏倚。其次, 由于研究类型的广泛性和这些危险因素的评估和分析方法上存在异质性, 本系统评价未进行Meta分析。未来仍需进一步的研究来验证这些环境因素与脑卒中的关系。

本研究是我国最新的关于脑卒中环境危险因素的系統评价。研究表明环境因素对我国地区脑卒中发生风险有一定程度的影响。极端气温、温度变异和较高水平的PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、CO、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、燃料暴露、被动吸烟与较高的脑卒中及其亚型发生风险相关, 其中有少数空气污染物与出血性脑卒中的关联证据相对较低。冬季可能与较高的出血性脑卒中风险相关。现有的其他气象因素和空气污染、城市环境特征、热气候指数的研究结果参差不齐, 且部分环境因素的研究很少。最后, 环境影响脑卒中风险的机制尚不清楚。需要进一步的研究来评估这些关联并阐明所涉及的具体机制, 并探索更多的环境因素对脑卒中的潜在影响。

## 参考文献

- 1 Feigin VL, Stark BA, Johnson CO, et al. 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 neurology*, 2021, 20(10): 795-820. DOI: [10.1016/S1474-4422\(21\)00252-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00252-0).
- 2 Cheng JX, Wang W, Xu JW, et al. Trends in stroke mortality rate - China, 2004-2019[J]. *China CDC Weekly*, 2022, 4(24): 513-517. DOI: [10.46234/ccdcw2022.113](https://doi.org/10.46234/ccdcw2022.113).
- 3 Sun T, Chen SY, Wu K, et al. Trends in incidence and mortality of stroke in China from 1990 to 2019[J]. *Frontiers in Neurology*, 2021, 12: 759221. DOI: [10.3389/fneur.2021.759221](https://doi.org/10.3389/fneur.2021.759221).
- 4 Luengo-Fernandez R, Paul NLM, Gray AM, et al. Population-based study of disability and institutionalization after transient ischemic attack and stroke[J]. *Stroke*, 2013, 44(10): 2854-2861. DOI: [10.1161/STROKEAHA.113.001584](https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.113.001584).
- 5 Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, et al. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990 - 2019 update from the GBD 2019 study[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2020, 76(25): 2982-3021. DOI: [10.1016/j.jacc.2020.11.010](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.010).
- 6 Lim JS, Kwon HM, Kim SE, et al. Effects of temperature and pressure on acute stroke incidence assessed using a korean nationwide insurance database[J]. *J Stroke*, 2017, 19(3): 295-303. DOI: [10.5853/jos.2017.00045](https://doi.org/10.5853/jos.2017.00045).
- 7 de Steenhuijsen Piters WAA, Algra A, van den Broek MF, et al. Seasonal and meteorological determinants of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Neurol*, 2013, 260(2): 614-619. DOI: [10.1007/s00415-012-6687-z](https://doi.org/10.1007/s00415-012-6687-z).
- 8 Tang CZ, Chen Y, Song QL, et al. Short-term exposure to air pollution and occurrence of emergency stroke in Chongqing, China[J]. *Int Arch Occup Environ Health*, 2021, 94(1): 69-76. DOI: [10.1007/s00420-020-01557-y](https://doi.org/10.1007/s00420-020-01557-y).
- 9 Shen SQ, Li X, Yuan C, et al. Association of short-term exposure to sulfur dioxide and hospitalization for ischemic and hemorrhagic stroke in Guangzhou, China[J]. *BMC Public Health*, 2020, 20(1): 263. DOI: [10.1186/s12889-020-8354-0](https://doi.org/10.1186/s12889-020-8354-0).
- 10 Tang C, Liu XG, He YY, et al. Association between extreme precipitation and ischemic stroke in Hefei, China: hospitalization risk and disease burden[J]. *Sci Total Environ*, 2020, 732: 139272. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.139272](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139272).

- 11 Qi XM, Wang ZY, Xia XS, et al. Potential impacts of meteorological variables on acute ischemic stroke onset[J]. *Risk Manag Healthc Policy*, 2020, 13: 615–621. DOI: [10.2147/rmhp.S253559](https://doi.org/10.2147/rmhp.S253559).
- 12 Lei L, Bao JZ, Guo YF, et al. Effects of diurnal temperature range on first-ever strokes in different seasons: a time-series study in Shenzhen, China[J]. *BMJ Open*, 2020, 10(11): e33571. DOI: [10.1136/bmjopen-2019-033571](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-033571).
- 13 Huang Q, Lin SW, Hu WP, et al. Meteorological variation is a predisposing factor for aneurismal subarachnoid hemorrhage: a 5-year multicenter study in Fuzhou, China[J]. *World Neurosurg*, 2019, 132: e687–e695. DOI: [10.1016/j.wneu.2019.08.048](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.08.048).
- 14 Hankey GJ. Stroke[J]. *Lancet*, 2017, 389(10069): 641–654. DOI: [10.1016/S0140-6736\(16\)30962-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30962-X).
- 15 陈亦晨, 陈华, 曲晓滨, 等. 日均气温对社区居民脑卒中死亡影响的时间序列研究 [J]. *中国全科医学*, 2022, 25(15): 1838–1844. [Chen YC, Chen H, Qu XB, et al. Impact of average daily temperature on stroke mortality in community: a time-series analysis[J]. *Chinese General Practice*, 2022, 25(15): 1838–1844.] DOI: [10.12114/j.issn.1007-9572.2022.02.017](https://doi.org/10.12114/j.issn.1007-9572.2022.02.017).
- 16 汪进洋, 孙宗永. 2016–2020年东营市东营区居民脑卒中监测分析 [J]. *预防医学论坛*, 2022, 28(3): 237–240. [Wang JY, Sun ZY. Analysis on monitoring data of acute stroke cases among residents, Dongying district, 2016–2020[J]. *Preventive Medicine Tribune*, 2022, 28(3): 237–240.] DOI: [10.16406/j.pmt.issn.1672-9153.2022.03.022](https://doi.org/10.16406/j.pmt.issn.1672-9153.2022.03.022).
- 17 王玉治, 张之营, 张军普, 等. 季节及气象因素与高血压性脑出血发病的相关性研究 [J]. *东方药膳*, 2021, (16): 117–118. [Wang YZ, Zhang ZY, Zhang JP, et al. Correlation between seasonal and meteorological factors with hypertensive cerebral hemorrhage[J]. *Oriental Medicated Diet*, 2021, (16): 117–118.] [http://med.wanfangdata.com.cn/Paper/Detail/PeriodicalPaper\\_ysslyj202116240](http://med.wanfangdata.com.cn/Paper/Detail/PeriodicalPaper_ysslyj202116240).
- 18 谢响霏, 宋晓明, 方嘉堃, 等. 广州市氧化性污染物与气温对居民心脑血管疾病死亡风险的交互作用 [J]. *环境与职业医学*, 2021, 38(11): 1199–1206. [Xie YF, Song XM, Fang JK, et al. Interaction between oxidant pollutants and ambient temperature on cardio-cerebrovascular mortality risks in Guangzhou, China[J]. *Journal of Environmental and Occupational Medicine*, 2021, 38(11): 1199–1206.] DOI: [10.13213/j.cnki.jeom.2021.21188](https://doi.org/10.13213/j.cnki.jeom.2021.21188).
- 19 陈蕾, 马盼, 黄开龙, 等. 北京市24h变温对冠心病和脑梗死急诊人数的影响 [J]. *干旱气象*, 2021, 39(3): 494–506. [Chen L, Ma P, Huang KL, et al. Effect of temperature change between neighboring days on emergency visits of coronary heart disease and cerebral infarction in Beijing[J]. *Journal of Arid Meteorology*, 2021, 39(3): 494–506.] DOI: [10.11755/j.issn.1006-7639\(2021\)-03-0494](https://doi.org/10.11755/j.issn.1006-7639(2021)-03-0494).
- 20 何晓定, 周迎春. 气象因素对上海市长宁区脑卒中死亡的影响 [J]. *实用预防医学*, 2020, 27(3): 274–277. [He XD, Zhou YC. Impact of meteorological factors on stroke death in Changning district, Shanghai[J]. *Practical Preventive Medicine*, 2020, 27(3): 274–277.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-3110.2020.03.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-3110.2020.03.005).
- 21 唐辉, 陈勇, 邵川, 等. 南充市自发性脑出血发病与气温的相关性及滞后效应 [J]. *中华神经创伤外科电子杂志*, 2020, 6(4): 202–207. [Tang H, Chen Y, Shao C, et al. Correlation and lag effects between spontaneous intracerebral hemorrhage and ambient temperature in Nanchong city[J]. *Chinese Journal of Neurotraumatic Surgery (Electronic Edition)*, 2020, 6(4): 202–207.] DOI: [10.3877/cma.j.issn.2095-9141.2020.04.003](https://doi.org/10.3877/cma.j.issn.2095-9141.2020.04.003).
- 22 安吉, 郭默宁, 谭鹏, 等. 基于分布滞后非线性模型评估气温对北京市居民缺血性脑卒中入院人数的影响 [J]. *环境与职业医学*, 2020, 37(5): 486–491. [An J, Guo MN, Tan P, et al. Effects of temperature on ischemic stroke admissions in Beijing residents based on distributed lag non-linear model[J]. *Journal of Environmental and Occupational Medicine*, 2020, 37(5): 486–491.] DOI: [10.13213/j.cnki.jeom.2020.19882](https://doi.org/10.13213/j.cnki.jeom.2020.19882).
- 23 孙晓晖, 刘艳, 杨峰, 等. 2014–2018年青岛市脑卒中发病和死亡趋势分析 [J]. *现代预防医学*, 2020, 47(11): 1921–1924, 1928. [Sun XH, Liu Y, Yang F, et al. Trend analysis on the incidence and mortality of stroke in Qingdao, 2014–2018[J]. *Modern Preventive Medicine*, 2020, 47(11): 1921–1924, 1928.] DOI: [10.16406/j.pmt.issn.1672-9153.2015.09.012](https://doi.org/10.16406/j.pmt.issn.1672-9153.2015.09.012).
- 24 时瑞霞, 武英, 李云, 等. 气象因素与脑梗死疾病的相关性 [J]. *中国老年学杂志*, 2019, 39(19): 4670–4673. [Shi RX, Wu Y, Li Y, et al. Correlation between meteorological factors and cerebral infarction[J]. *Chinese Journal of Gerontology*, 2019, 39(19): 4670–4673.] DOI: [10.13213/j.cnki.jeom.2021.21188](https://doi.org/10.13213/j.cnki.jeom.2021.21188).

- 10.3969/j.issn.1005-9202.2019.19.013.
- 25 万雅琦, 吴世政, 侯倩, 等. 季节和气象因素对青海高原地区卒中发病的影响 [J]. 国际脑血管病杂志, 2019, 27(2): 118-122. [Wan YQ, Wu SZ, Hou Q, et al. Effect of seasonal and meteorological factors on the onset of stroke in Qinghai Plateau area[J]. International Journal of Cerebrovascular Diseases, 2019, 27(2): 118-122.] DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4165.2019.02.006.
- 26 韩京, 房巧玲, 周林, 等. 极端气温对济南市非意外死亡及主要死因别死亡影响 [J]. 中国公共卫生, 2019, 35(9): 1242-1244. [Han J, Fang QL, Zhou L, et al. Impact of temperature extremes on non-accidental and cause-specific deaths in Jinan city[J]. Chinese Journal of Public Health, 2019, 35(9): 1242-1244.] DOI: 10.11847/zgggws1120032.
- 27 侯博通, 罗征进, 刘煜敏. 极端高温和低温对急性缺血性卒中及其病因学亚型入院风险的影响: 中国武汉的时间序列分析 [J]. 国际脑血管病杂志, 2019, 27(12): 896-901. [Hou BT, Luo ZJ, Liu YM. Effects of extreme high and low temperatures on admission risk of acute ischemic stroke and its etiology subtypes: a time series analysis in Wuhan, China[J]. International Journal of Cerebrovascular Diseases, 2019, 27(12): 896-901.] DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4165.2019.12.004.
- 28 杨西, 王玉, 郭岩, 等. 大连地区气象因素与脑出血发病的相关性研究 [J]. 中国现代医学杂志, 2019, 29(15): 93-97. [Yang X, Wang Y, Guo Y, et al. Correlation between meteorological factors and cerebral hemorrhage in Dalian[J]. China Journal of Modern Medicine, 2019, 29(15): 93-97.] DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2019.15.019.
- 29 李宁, 纪威, 俞延峰, 等. 空气污染物与脑梗死发生情况的病例交叉研究 [J]. 中国全科医学, 2018, 21(29): 3551-3556. [Li N, Ji W, Yu YF, et al. Air pollutants and cerebral infarction: a case-crossover study[J]. Chinese General Practice, 2018, 21(29): 3551-3556.] DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2018.00.255.
- 30 李莉, 文世宏, 龚斐, 等. 惠州地区脑卒中发生与天气变化的相关性分析 [J]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2018, 6(15): 64-65. [Li L, Wen SH, Gong F, et al. Relationship between stroke occurrence and weather change in Huizhou area[J]. Cardiovascular Disease Journal of integrated traditional Chinese and Western Medicine, 2018, 6(15): 64-65.] DOI: 10.16282/j.cnki.cn11-9336/r.2018.15.049.
- 31 林亚楠, 郭岩, 杨西, 等. 大连市气象因素与急性脑梗死发病的相关性分析 [J]. 中国脑血管病杂志, 2018, 15(3): 113-118. [Lin YN, Guo Y, Yang X, et al. Correlation analysis between meteorological factors and onset of acute cerebral infarction in Dalian[J]. Chinese Journal of Cerebrovascular Diseases, 2018, 15(3): 113-118.] DOI: 10.3969/j.issn.1672-5921.2018.03.001.
- 32 许凯, 谢雁鸣, 张寅, 等. 蛛网膜下腔出血发病及死亡节气分布研究 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2018, 20(4): 76-80. [Xu K, Xie YM, Zhang Y, et al. A study on the distribution of Chinese 24 solar terms in the pathogenesis and death of patients with subarachnoid hemorrhage[J]. Journal of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, 2018, 20(4): 76-80.] DOI: 10.13194/j.issn.1673-842x.2018.04.020.
- 33 刘娜, 梁迎芝, 殷晓玮, 等. 气候和气象因素与脑出血发病的相关性分析 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2018, 20(5): 495-499. [Liu N, Liang YZ, Yin XW, et al. Relationship between climatic factors and cerebral hemorrhagic disease[J]. Chinese Journal of Geriatric Heart Brain and Vessel Diseases, 2018, 20(5): 495-499.] DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2018.05.012.
- 34 袁伟壮, 梁延锐, 袁瑞莹, 等. 中国北方城市气象和污染因素对不同脑卒中亚型的影响 [J]. 广东医学, 2017, 38(16): 2531-2536. [Yuan WZ, Liang YR, Yuan RY, et al. Effects of meteorological and pollution factors on different subtypes of stroke in northern China[J]. Guangdong Medical Journal, 2017, 38(16): 2531-2536.] DOI: 10.13820/j.cnki.gdyx.2017.16.023.
- 35 金晓胜, 叶侃, 张豪, 等. 应用圆形分布法分析脑血管意外发生的时间规律 [J]. 预防医学, 2017, 29(9): 895-898. [Jin XS, Ye K, Zhang H, et al. An analysis of time distribution characteristics of stroke patients in Wenzhou City by circular distribution methods[J]. Journal of Preventive Medicine, 2017, 29(9): 895-898.] DOI: 10.19485/j.cnki.issn1007-0931.2017.09.008.
- 36 张云权, 宇传华, 鲍俊哲. 平均气温、寒潮和热浪对湖北省居民脑卒中死亡的影响 [J]. 中华流行病学杂志, 2017, 38(4): 508-513. [Zhang YQ, Yu CH, Bao JZ. Impact of daily mean temperature, coldspells, and heat waves on stroke mortality a multivariable Meta-analysis from 12 counties of Hubei province, China[J]. Chinese Journal of

- Epidemiology, 2017, 38(4): 508–513.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.04.019](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.04.019).
- 37 董继元, 陈永聪, 张本忠, 等. 兰州市气温对脑卒中发病的滞后效应研究 [J]. 气候变化研究进展, 2017, 13(4): 366–374. [Dong JY, Chen YC, Zhang BZ, et al. Distributed lag effects in the relationship between daily mean temperature and the incidence of stroke in Lanzhou[J]. Advances in Climate Change Research, 2017, 13(4): 366–374.] DOI: [10.12006/j.issn.1673-1719.2016.222](https://doi.org/10.12006/j.issn.1673-1719.2016.222).
  - 38 朱生旭. 急救中心 117 例脑出血患者发病时间分析 [J]. 当代医学, 2017, 23(14): 58–59. [Zhu SX. Analysis of onset time of 117 patients with cerebral hemorrhage in emergency[J]. Contemporary Medicine, 2017, 23(14): 58–59.] DOI: [10.3969/j.issn.1009-4393.2017.14.028](https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-4393.2017.14.028).
  - 39 许丹丹, 班婕, 陈晨, 等. 2013—2015 年上海市高温热浪事件对人群死亡风险的影响 [J]. 环境与健康杂志, 2017, 34(11): 991–995. [Xu DD, Ban J, Chen C, et al. Effects of heat waves on risk of non-accidental mortality during 2013 to 2015 in Shanghai[J]. Journal of Environment and Health, 2017, 34(11): 991–995.] DOI: [10.16241/j.cnki.1001-5914.2017.11.012](https://doi.org/10.16241/j.cnki.1001-5914.2017.11.012).
  - 40 徐颖, 陈远银, 于绍轶, 等. 2012–2015 年烟台市脑卒中流行病学特征分析 [J]. 现代预防医学, 2017, 44(2): 200–204. [Xu Y, Chen YY, Yu SY, et al. Analysis of the epidemiological characteristics of stroke in Yantai City between 2012 and 2015[J]. Modern Preventive Medicine, 2017, 44(2): 200–204.] [http://med.wanfangdata.com.cn/Paper/Detail?id=PeriodicalPaper\\_xdyfyz201702003](http://med.wanfangdata.com.cn/Paper/Detail?id=PeriodicalPaper_xdyfyz201702003).
  - 41 邹新兰, 陈根成. 中风发病与气候因素的相关性探讨 [J]. 中医药导报, 2016, 22(10): 96–98. [Zou XL, Chen GC. Correlation between the incidence of stroke and climatic factors[J]. Guiding Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2016, 22(10): 96–98.] DOI: [10.13862/j.cnki.cn43-1446/r.2016.10.033](https://doi.org/10.13862/j.cnki.cn43-1446/r.2016.10.033).
  - 42 潘东霞, 陈玲俐, 谢开婧, 等. 应用圆形分布法探讨脑卒中的发病季节和时间规律 [J]. 疾病监测, 2016, 31(1): 58–62. [Pan DX, Chen LL, Xie KX, et al. Season specific incidence pattern of stroke indicated with circular distribution method[J]. Disease Surveillance, 2016, 31(1): 58–62.] DOI: [10.3784/j.issn.1003-9961.2016.01.014](https://doi.org/10.3784/j.issn.1003-9961.2016.01.014).
  - 43 刘舒, 刘桂玲, 刘春琴, 等. 唐山市脑血管病发病时间与季节规律的研究 [J]. 中国医药, 2016, 11(7): 1004–1007. [Liu S, Liu GL, Liu CQ, et al. Time and seasonal pattern of cerebral vascular disease onset in Tangshan City[J]. China Medicine, 2016, 11(7): 1004–1007.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4777.2016.07.015](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4777.2016.07.015).
  - 44 全岚, 张婷, 秦威. 昆山市脑卒中发病的季节及年龄规律分析 [J]. 预防医学情报杂志, 2016, 32(11): 1205–1208. [Tong L, Zhang T, Qin W. Seasonal and age-related characteristics of stroke in Kunshan[J]. Journal of Preventive Medicine Information, 2016, 32(11): 1205–1208.] <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ChlQZXJpb2RpY2FsQ0hJTmV3UzIwMjIxMDEzEhF5Znl4cWJ16ejlWMTYxMTAxORoIMjN1a210ZG4%3D>.
  - 45 高菡璐, 兰莉, 杨超, 等. 哈尔滨市极端天气对脑出血死亡的时间序列分析 [J]. 现代预防医学, 2016, 43(20): 3676–3679, 3741. [Gao HL, Lan L, Yang C, et al. Time series study of extreme weather for cerebral hemorrhage mortality[J]. Modern Preventive Medicine, 2016, 43(20): 3676–3679, 3741.] DOI: [CNKI:SUN:XDYF.0.2016-20-008](https://doi.org/CNKI:SUN:XDYF.0.2016-20-008).
  - 46 许琛林, 李洋, 朱科盈, 等. 郴州地区脑梗死发病率与气候关联性研究 [J]. 大家健康 (中旬版), 2016, 10(8): 25–26. [Xu CL, Li Y, Zhu KY, et al. Correlation between the incidence of cerebral infarction and climate in Chenzhou[J]. For all Health, 2016, 10(8): 25–26.] <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ChlQZXJpb2RpY2FsQ0hJTmV3UzIwMjIxMDEzEg9kamprLXoyMDE2MDgwMjkaCHVicXhqNW1r>.
  - 47 祖建, 霍锐, 樊艺, 等. 586 例缺血性中风发病于午流注时间规律的研究 [J]. 中国中医急症, 2016, 25(12): 2235–2237. [Zu J, Huo R, Fan Y, et al. Research on the midnight-noon ebb-flow rhythm of the attack time in 586 cases of ischemic stroke[J]. Journal of Emergency in Traditional Chinese Medicine, 2016, 25(12): 2235–2237.] DOI: [10.3969/j.issn.1004-745X.2016.12.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-745X.2016.12.009).
  - 48 刘瑛娜, 詹一, 章华米, 等. 西湖区居民脑卒中死亡状况调查 [J]. 浙江预防医学, 2015, 27(9): 907–909. [Liu YN, Zhan Y, Zhang HM, et al. Investigation on death status of stroke among residents in Xihu District[J]. Zhejiang Journal of Preventive Medicine, 2015, 27(9): 907–909.] DOI: [10.19485/j.cnki.issn1007-0931.2015.09.012](https://doi.org/10.19485/j.cnki.issn1007-0931.2015.09.012).
  - 49 李景莉, 李常新, 李景鑫, 等. 气象因素与脑梗死亚型的相关性研究 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2015, 13(16): 1895–1897. [Li JL, Li CX, Li JX, et al. Correlation between meteorological factors and subtypes of cerebral



- infarction[J]. Chinese Journal of Integrative Medicine on Cardio-/Cerebrovascular Disease, 2015, 13(16): 1895-1897.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-1349.2015.16.029](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-1349.2015.16.029).
- 50 王瑞,李常新,李景鑫,等.气象要素对脑卒中发病的影响[J].中华脑科疾病与康复杂志(电子版),2015,5(5):28-31.[Wang R, Li CX, Li JX, et al. The influence of meteorological elements on the occurrence of stroke[J]. Chinese Journal of Brain Diseases and Rehabilitation (Electronic Edition), 2015, 5(5): 28-31.] DOI: [10.3877/cma.j.issn.2095-123X.2015.05.007](https://doi.org/10.3877/cma.j.issn.2095-123X.2015.05.007).
- 51 杨文娟,王振才.脑卒中发病率的季节特性及年龄变化趋势[J].中西医结合心脑血管病杂志,2015,13(9):1123-1125.[Yang WJ, Wang ZC. Seasonal characteristics and age trend of incidence rate of stroke[J]. Chinese Journal of Integrative Medicine on Cardio-/Cerebrovascular Disease, 2015, 13(9): 1123-1125.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-1349.2015.09.027](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-1349.2015.09.027).
- 52 卢浩,冯飞.脑出血与蛛网膜下腔出血患者发病季节性的相关探讨[J].医学信息,2015,(34):296-297.[Lu H, Feng F. Seasonal correlation between cerebral hemorrhage and subarachnoid hemorrhage[J]. Medical Information, 2015, (34): 296-297.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-1959.2015.34.448](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-1959.2015.34.448).
- 53 吴凯,张云权,朱慈华,等.高温热浪与武汉市江岸区居民卒中死亡关系的时间序列分析[J].中华心血管病杂志,2015,43(12):1092-1096.[Wu K, Zhang YQ, Zhu CH, et al. Association between heat wave and stroke mortality in Jiang'an District of Wuban, China during 2003 to 2010: a time-series analysis[J]. Chinese Journal of Cardiology, 2015, 43(12): 1092-1096.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2015.12.017](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2015.12.017).
- 54 吴振成,贾振楠,姜宝法.二十四节气及其最低气温变化与脑卒中发病的相关性研究[J].山东中医药大学学报,2015,39(6):511-515.[Wu ZC, Jia ZN, Jiang BF. Correlation study of onset of cerebral stroke, twenty-four solar terms and lowest temperature changes of twenty-four solar terms[J]. Journal of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, 2015, 39(6): 511-515.] DOI: [10.16294/j.cnki.1007-659x.2015.06.008](https://doi.org/10.16294/j.cnki.1007-659x.2015.06.008).
- 55 洪斌,徐钧陶,王卫华,等.巢湖市气象因素与脑卒中发病关系的研究[J].蚌埠医学院学报,2015,40(1):49-51.[Hong B, Xu JT, Wang WH, et al. The relationship between meteorological factors and stroke incidence in Chaohu city[J]. Journal of Bengbu Medical College, 2015, 40(1): 49-51.] DOI: [10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2015.01.016](https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2015.01.016).
- 56 李颖,张琳.2009—2012年北京市某社区城市居民5类慢性病的患病情况分析[J].大家健康(下旬版),2015,(3):301-302.[Li Y, Zhang L. Analysis on the prevalence of five types of chronic diseases among urban residents in a community in Beijing from 2009 to 2012[J]. For all Health, 2015, (3): 301-302.] DOI: [10.3969/j.issn.1009-6019.2015.03.391](https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-6019.2015.03.391).
- 57 方万里,马利娟.宁波地区脑卒中发病规律与气象诱因统计分析[J].中国卫生统计,2014,31(1):137-138.[Fang WL, Ma LJ. Statistical analysis of stroke incidence and meteorological inducement in Ningbo[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2014, 31(1): 137-138.] <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ChlQZXJpb2RpY2FsQ0hJTmV3UzIwMjIxMDEzEg96Z3d3dGoyMDEwNDQaCDZyZ28zeGx2>.
- 58 张莹,王式功,刘丽伟,等.南京市脑血管疾病死亡人数与气象因子的关系研究[J].环境与健康杂志,2014,31(5):385-390.[Zhang Y, Wang SG, Liu LW, et al. Association between death toll of cerebrovascular diseases and meteorological factors in Nanjing[J]. Journal of Environment and Health, 2014, 31(5): 385-390.] DOI: [10.16241/j.cnki.1001-5914.2014.05.031](https://doi.org/10.16241/j.cnki.1001-5914.2014.05.031).
- 59 张冬惠,王绍谦,葛燕萍,等.开封市气象因素与脑卒中发病的相关性研究[J].中西医结合心脑血管病杂志,2014,12(4):398-400.[Zhang DH, Wang SQ, Ge YP, et al. Correlation between meteorological factors and stroke in Kaifeng[J]. Chinese Journal of Integrative Medicine on Cardio-/Cerebrovascular Disease, 2014, 12(4): 398-400.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-1349.2014.04.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-1349.2014.04.007).
- 60 陈业鹏.季节性对老年人脑出血发病影响的临床研究[J].中国医学工程,2014,22(4):32-33.[Chen YP. Clinical research of seasonal effect on cerebral hemorrhage in the elderly[J]. China Medical Engineering, 2014, 22(4): 32-33.] <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ChlQZXJpb2RpY2FsQ0hJTmV3UzIwMjIxMDEzEg96Z3I4Z2MyMDE0MDQwMTgaCHd0cTN3Zmcx>.
- 61 郝宇,费占洋,张轩,等.北京地区脑梗死发病与干支运气及气象因子的关联性研究[J].北京中医药大学学报,2014,37(8):556-558.[Hao Y, Fei ZY, Zhang X, et al. Correlation between cerebral infarction morbidity

- and stems, branches and five circuits and six qi or meteorological factors[J]. Journal of Bering University of Traditional Chinese Medicine, 2014, 37(8): 556–558.]DOI: 10.3969/j.issn.1006-2157.2014.08.013.
- 62 李新利, 李华. 5661例脑卒中发病的季节规律及防治分析[J]. 中国地方病防治杂志, 2014, 29(S2): 135–136. [Li XL, Li H. Analysis on the seasonal regularity and prevention of stroke in 5661 cases[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2014, 29(S2): 135–136.] <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ChlQZXJpb2RpY2FsQ0hJTmV3UzIwMjIxMDEzEhdRS0MyMDE0MjAxNTAyMDQwMDE1ODc4NRoIbGdvYWVzcTE%3D>.
- 63 周玉庆, 袁洪, 黄志军, 等. 长沙市气温变化与急性脑血管疾病急诊关系的病例交叉研究[J]. 环境与健康杂志, 2013, 30(5): 394–399. [Zhou YQ, Yuan H, Huang ZJ, et al. Association between ambient temperature and emergency hospital visits for acute cerebrovascular disease in Changsha: a case–crossover study[J]. Journal of Environment and Health, 2013, 30(5): 394–399.]DOI: 10.16241/j.cnki.1001-5914.2013.05.028.
- 64 叶红晖, 夏永梅, 厉郡华, 等. 月份和季节对老年人脑出血发病的影响[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2013, 15(12): 1326–1327. [Ye HH, Xia YM, Li JH, et al. Effect of month and season on the incidence of cerebral hemorrhage in the elderly[J]. Chinese Journal of Geriatric Heart Brain and Vessel Diseases, 2013, 15(12): 1326–1327.] DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2013.12.026.
- 65 王岩, 祝茗, 郭春妮, 等. 应用圆分布结合候温法分析上海地区季节变化与急性缺血性卒中发病分布规律[J]. 中风与神经疾病杂志, 2013, 30(2): 124–127. [Wang Y, Zhu M, Guo CN, et al. Seasonal variation and acute ischemic stroke associations: a reliable way of combine pentad temperature method with circular analysis[J]. Journal of Apoplexy and Nervous Diseases, 2013, 30(2): 124–127.] DOI: 10.19845/j.cnki.zfysjlbzz.2013.02.006.
- 66 缪隼, 李新建, 程旻娜, 等. 上海世界博览会期间气象因素对脑卒中发病的影响[J]. 环境与职业医学, 2013, 30(9): 694–695, 698. [Mou S, Li XJ, Cheng MN, et al. Effects of weather on stroke incidence during Shanghai World Exposition[J]. Journal of Environmental & Occupational Medicine, 2013, 30(9): 694–695, 698.] DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2013.09.018.
- 67 冯乃清, 路慎国. 脑梗死发病时间的调查及分析[J]. 中国医药指南, 2013, 11(5): 2–4. [Feng NQ, Lu SG. Timing variations in the onset of cerebral infarction patients[J]. Guide of China Medicine, 2013, 11(5): 2–4.]DOI: 10.15912/j.cnki.gocm.2013.05.470.
- 68 项正兵, 张昆南, 屈新辉, 等. 南昌市脑血管病发病与气象因素相关性研究[J]. 江西医药, 2013, 48(4): 283–285. [Xiang ZB, Zhang KN, Qu XH, et al. Correlatiaon of the incidence of cerebral vascular disease and meteorological factors in Nanchang city[J]. Jiangxi Medical Journal, 2013, 48(4): 283–285.] DOI: 10.3969/j.issn.1006-2238.2013.04.001.
- 69 毕淑珍, 陈锦华, 原福胜. 长治地区脑卒中发病与气温关系的研究[J]. 中国危重病急救医学, 2012, 24(9): 556–557. [Bi SZ, Chen JH, Yuan FS. Relationship between stroke incidence and temperature in Changzhi [J]. Chinese Critical Care Medicine, 2012, 24(9): 556–557.]DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2012.09.018.
- 70 王德征, 顾清, 江国虹, 等. 天津市空气污染物对脑卒中死亡影响的时间序列分析[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2012, 30(12): 902–907. [Wang DZ, Gu Q, Jiang GH, et al. Time-series analysis on effect of air pollution on stroke mortality in Tianjin China[J]. Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases, 2012, 30(12): 902–907.] DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2012.12.006.
- 71 王欣, 肖会中, 曾韬. 气象因子对荆门市 50 岁以上人群脑出血发病的影响[J]. 荆楚理工学院学报, 2012, 27(2): 37–39. [Wang X, Xiao HZ, Ceng T. Influence of meteorological factors on the incidence of cerebral hemorrhage among residents aged 50 years and older in Jingmen[J]. Jingchu University of Technology, 2012, 27(2): 37–39.] DOI: 10.3969/j.issn.1008-4657.2012.02.008.
- 72 徐丹, 田葱, 李惠. 气象因素对开封地区农村居民脑出血发病影响的调查研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2012, 20(11): 1800–1801. [Xu D, Tian C, Li H. Investigation on the influence of meteorological factors on the incidence of cerebral hemorrhage in rural residents of Kaifeng[J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2012, 20(11): 1800–1801.] DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2012.11.025.
- 73 宋艳茹, 李森. 盘锦地区动态气象变化对脑卒中影响的研究进展[J]. 中外健康文摘, 2012, 9(5): 141–142. [Song YR, Li M. Research on the influence of dynamic

- meteorological changes on stroke in Panjin[J]. World Health Digest, 2012, 9(5): 141-142.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-5085.2012.05.113](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-5085.2012.05.113).
- 74 黄仁发, 吴磊, 朱清仙, 等. 脑卒中的发病季节和时间规律分析[J]. 中国老年学杂志, 2012, 32(6): 1117-1118. [Huang RF, Wu L, Zhu QX, et al. Analysis on the season and time rule of stroke incidence[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2012, 32(6): 1117-1118.] DOI: [10.3969/j.issn.1005-9202.2012.06.003](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-9202.2012.06.003).
- 75 王欣, 肖会中. 脑出血发病与气温的相关性研究[J]. 中国医学创新, 2012, 9(23): 128-129. [Wang X, Xiao HZ. Correlation between cerebral hemorrhage and air temperature[J]. Medical Innovation of China, 2012, 9(23): 128-129.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-4985.2012.23.086](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4985.2012.23.086).
- 76 王欣, 肖玮钰, 肖会中. 荆门市脑出血发病与气象因子相关性分析及预测[J]. 中国慢性病预防与控制, 2012, 20(5): 557-559. [Wang X, Xiao WY, Xiao HZ. The correlation analysis of cerebral hemorrhage and meteorological factors and its prediction study in Jingmen city[J]. Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases, 2012, 20(5): 557-559.] DOI: [10.16386/j.cjpcd.issn.1004-6194.2012.05.041](https://doi.org/10.16386/j.cjpcd.issn.1004-6194.2012.05.041).
- 77 曾贤翠, 王文彦, 顾克繁, 等. 白银市气象因素与脑卒中的相关性研究[J]. 西部中医药, 2012, 25(7): 55-56. [Zeng XC, Wang WY, Gu KF, et al. Relativity study between cerebral apoplexy and meteorological factors of Baiyin municipality[J]. Western Journal of Traditional Chinese Medicine, 2012, 25(7): 55-56.] DOI: [10.3969/j.issn.1004-6852.2012.07.022](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-6852.2012.07.022).
- 78 高茵璐, 兰莉, 乔冬菊, 等. BP神经网络模型用于气象因素对脑出血死亡影响的初步研究[J]. 中华流行病学杂志, 2012, 33(9): 937-940. [Gao HL, Lan L, Qiao DJ, et al. A preliminary study on the effects of meteorological factors on intracerebral hemorrhage death using the BP neural network model[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2012, 33(9): 937-940.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.09.014](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.09.014).
- 79 陈兆荣. 脑出血331例发病时间和季节的分析[J]. 中国当代医药, 2012, 19(28): 159, 162. [Chen ZR. Analysis of onset season and time of 331 cases of cerebral hemorrhage[J]. China Modern Medicine, 2012, 19(28): 159, 162.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-4721.2012.28.082](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4721.2012.28.082).
- 80 Zhan ZY, Zhong X, Yang J, et al. Effect of apparent temperature on hospitalization from a spectrum of cardiovascular diseases in rural residents in Fujian, China[J]. Environ Pollut, 2022, 303: 119101. DOI: [10.1016/j.envpol.2022.119101](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119101).
- 81 Xu RJ, Shi CX, Wei J, et al. Cause-specific cardiovascular disease mortality attributable to ambient temperature: a time-stratified case-crossover study in Jiangsu province, China[J]. Ecotoxicol Environ Saf, 2022, 236: 113498. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2022.113498](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113498).
- 82 Wang RT, Tian JZ, Li LK, et al. Relationship between diurnal temperature range and emergency ambulance dispatches due to stroke in Guangzhou, China[J]. Sci Total Environ, 2022, 817: 153037. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2022.153037](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153037).
- 83 Lei J, Chen RJ, Yin P, et al. Association between cold spells and mortality risk and burden: a nationwide study in China[J]. Environ Health Perspect, 2022, 130(2): 27006. DOI: [10.1289/ehp9284](https://doi.org/10.1289/ehp9284).
- 84 Ho HC, Guo HG, Chan TC, et al. Community planning for a "healthy built environment" via a human-environment nexus? A multifactorial assessment of environmental characteristics and age-specific stroke mortality in Hong Kong[J]. Chemosphere, 2022, 287: 132043. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2021.132043](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132043).
- 85 Gao PJ, Wu YS, He LH, et al. Acute effects of ambient nitrogen oxides and interactions with temperature on cardiovascular mortality in Shenzhen, China[J]. Chemosphere, 2022, 287: 132255. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2021.132255](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132255).
- 86 Zhu WZ, Wei XF, Zhang L, et al. The effect and prediction of diurnal temperature range in high altitude area on outpatient and emergency room admissions for cardiovascular diseases[J]. Int Arch Occup Environ Health, 2021, 94(8): 1783-1795. DOI: [10.1007/s00420-021-01699-7](https://doi.org/10.1007/s00420-021-01699-7).
- 87 Shi Q, Wei XF, Liu YL, et al. An effect of 24-hour temperature change on outpatient and emergency and inpatient visits for cardiovascular diseases in northwest China[J]. Environ Sci Pollut Res Int, 2021, 28(33): 45793-45804. DOI: [10.1007/s11356-021-13961-z](https://doi.org/10.1007/s11356-021-13961-z).
- 88 Shen Y, Zhang XD, Chen C, et al. The relationship between ambient temperature and acute respiratory and cardiovascular diseases in Shenyang, China[J]. Environ Sci

- Pollut Res Int, 2021, 28(16): 20058–20071. DOI: [10.1007/s11356-020-11934-2](https://doi.org/10.1007/s11356-020-11934-2).
- 89 Li L, Huang SL, Duan YR, et al. Effect of ambient temperature on stroke onset: a time-series analysis between 2003 and 2014 in Shenzhen, China[J]. *Occup Environ Med*, 2021. DOI: [10.1136/oemed-2020-106985](https://doi.org/10.1136/oemed-2020-106985).
- 90 Hu JX, Hou ZL, Xu YJ, et al. Life loss of cardiovascular diseases per death attributable to ambient temperature: a national time series analysis based on 364 locations in China[J]. *Sci Total Environ*, 2021, 756: 142614. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.142614](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142614).
- 91 Ma P, Zhang Y, Wang XZ, et al. Effect of diurnal temperature change on cardiovascular risks differed under opposite temperature trends[J]. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2021, 28(29): 39882–39891. DOI: [10.1007/s11356-021-13583-5](https://doi.org/10.1007/s11356-021-13583-5).
- 92 He Y, Tang C, Liu X, et al. Effect modification of the association between diurnal temperature range and hospitalisations for ischaemic stroke by temperature in Hefei, China[J]. *Public Health*, 2021, 194: 208–215. DOI: [10.1016/j.puhe.2020.12.019](https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.12.019).
- 93 Li K, Wang LT, Feng MH. Relationship between built environments and risks of ischemic stroke based on meteorological factors: a case study of Wuhan's main urban area[J]. *Sci Total Environ*, 2021, 769: 144331. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.144331](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144331).
- 94 Yao DX, Liu YB, Wu QM, et al. Temperature decline is a trigger of subarachnoid hemorrhage: case-cross-over study with distributed lag model[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2020, 24(10): 5633–5643. DOI: [10.26355/eurrev\\_202005\\_21354](https://doi.org/10.26355/eurrev_202005_21354).
- 95 Xue T, Guan TJ, Zheng YX, et al. Quantifying the contribution of temperature anomaly to stroke risk in China[J]. *Environ Res Letters*, 2020, 15(10): 105014. DOI: [10.1088/1748-9326/abb1f0](https://doi.org/10.1088/1748-9326/abb1f0).
- 96 Wang YJ, Ding Z, Deng CY, et al. Years of life lost with premature death due to ambient temperatures in a southwest plateau region of China: a cause-specific and individual characteristics stratified mortality study[J]. *Int J Biometeorol*, 2020, 64(8): 1333–1341. DOI: [10.1007/s00484-020-01912-1](https://doi.org/10.1007/s00484-020-01912-1).
- 97 Ma YQ, Zhou L, Chen K. Burden of cause-specific mortality attributable to heat and cold: a multicity time-series study in Jiangsu Province, China[J]. *Environ Int*, 2020, 144: 105994. DOI: [10.1016/j.envint.2020.105994](https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105994).
- 98 Yang J, Yin P, Sun JM, et al. Heatwave and mortality in 31 major Chinese cities: definition, vulnerability and implications[J]. *Sci Total Environ*, 2019, 649: 695–702. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2018.08.332](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.332).
- 99 Tian YH, Liu H, Si YQ, et al. Association between temperature variability and daily hospital admissions for cause-specific cardiovascular disease in urban China: a national time-series study[J]. *PLoS Med*, 2019, 16(1): e1002738. DOI: [10.1371/journal.pmed.1002738](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002738).
- 100 Jiao AQ, Yu CH, Xiang QQ, et al. Impact of summer heat on mortality and years of life lost: application of a novel indicator of daily excess hourly heat[J]. *Environ Res*, 2019, 172: 596–603. DOI: [10.1016/j.envres.2019.01.056](https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.056).
- 101 Guo WF, Du ML, Sun DJ, et al. The effect characteristics of temperature on stroke mortality in Inner Mongolia and globally[J]. *Int J Biometeorol*, 2019, 63(2): 159–166. DOI: [10.1007/s00484-018-1647-7](https://doi.org/10.1007/s00484-018-1647-7).
- 102 Gao JJ, Yu F, Xu ZH, et al. The association between cold spells and admissions of ischemic stroke in Hefei, China: modified by gender and age[J]. *Sci Total Environ*, 2019, 669: 140–147. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2019.02.452](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.452).
- 103 Bao JZ, Guo YF, Wang Q, et al. Effects of heat on first-ever strokes and the effect modification of atmospheric pressure: a time-series study in Shenzhen, China[J]. *Sci Total Environ*, 2019, 654: 1372–1378. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2018.11.101](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.101).
- 104 Yin P, Chen RJ, Wang LJ, et al. The added effects of heatwaves on cause-specific mortality: a nationwide analysis in 272 Chinese cities[J]. *Environ Int*, 2018, 121: 898–905. DOI: [10.1016/j.envint.2018.10.016](https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.10.016).
- 105 Yang J, Zhou MG, Li MM, et al. Diurnal temperature range in relation to death from stroke in China[J]. *Environ Res*, 2018, 164: 669–675. DOI: [10.1016/j.envres.2018.03.036](https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.03.036).
- 106 Yang J, Zhou MG, Li MM, et al. Vulnerability to the impact of temperature variability on mortality in 31 major Chinese cities[J]. *Environ Pollut*, 2018, 239: 631–637. DOI: [10.1016/j.envpol.2018.04.090](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.090).
- 107 Ma P, Zhou J, Wang SG, et al. Differences of hemorrhagic and ischemic strokes in age spectra and responses to climatic thermal conditions[J]. *Sci Total Environ*, 2018, 644: 1573–1579. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2018.07.080](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.080).

- 108 Luo YX, Li HB, Huang FF, et al. The cold effect of ambient temperature on ischemic and hemorrhagic stroke hospital admissions: a large database study in Beijing, China between years 2013 and 2014—utilizing a distributed lag non-linear analysis[J]. *Environ Pollut*, 2018, 232: 90–96. DOI: [10.1016/j.envpol.2017.09.021](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.09.021).
- 109 Jin HF, Xu ZL, Li YY, et al. Seasonal variation of stroke incidence in Wujin, a city in southeast China[J]. *Health Sci Rep*, 2018, 1(4): e29. DOI: [10.1002/hsr.2.29](https://doi.org/10.1002/hsr.2.29).
- 110 Chen RJ, Yin P, Wang LJ, et al. Association between ambient temperature and mortality risk and burden: time series study in 272 main Chinese cities[J]. *BMJ*, 2018, 363: k4306. DOI: [10.1136/bmj.k4306](https://doi.org/10.1136/bmj.k4306).
- 111 Zhou L, Chen K, Chen XD, et al. Heat and mortality for ischemic and hemorrhagic stroke in 12 cities of Jiangsu Province, China[J]. *Sci Total Environ*, 2017, 601: 271–277. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2017.05.169](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.169).
- 112 Han J, Liu SQ, Zhang J, et al. The impact of temperature extremes on mortality: a time-series study in Jinan, China[J]. *BMJ Open*, 2017, 7(4): e14741. DOI: [10.1136/bmjopen-2016-014741](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-014741).
- 113 Guo P, Zheng MR, Feng WR, et al. Effects of ambient temperature on stroke hospital admissions: results from a time-series analysis of 104,432 strokes in Guangzhou, China[J]. *Sci Total Environ*, 2017, 580: 307–315. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2016.11.093](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.093).
- 114 Chen JH, Jiang H, Wu L, et al. Association of ischemic and hemorrhagic strokes hospital admission with extreme temperature in Nanchang, China—a case-crossover study[J]. *J Clin Neurosci*, 2017, 43: 89–93. DOI: [10.1016/j.jocn.2017.04.044](https://doi.org/10.1016/j.jocn.2017.04.044).
- 115 Ban J, Xu DD, He MZ, et al. The effect of high temperature on cause-specific mortality: a multi-county analysis in China[J]. *Environ Int*, 2017, 106: 19–26. DOI: [10.1016/j.envint.2017.05.019](https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.05.019).
- 116 Zheng YH, Wang XD, Liu JJ, et al. A community-based study of the correlation of hemorrhagic stroke occurrence with meteorologic factors[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2016, 25(10): 2323–2330. DOI: [10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2014.12.028](https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2014.12.028).
- 117 Zhang YQ, Li CL, Feng RJ, et al. The short-term effect of ambient temperature on mortality in wuhan, china: a time-series study using a distributed lag non-linear model[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2016, 13(7): 722. DOI: [10.3390/ijerph13070722](https://doi.org/10.3390/ijerph13070722).
- 118 Yang J, Yin P, Zhou MG, et al. The burden of stroke mortality attributable to cold and hot ambient temperatures: epidemiological evidence from China[J]. *Environ Int*, 2016, 92–93: 232–238. DOI: [10.1016/j.envint.2016.04.001](https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.04.001).
- 119 Yang J, Liu HZ, Ou CQ, et al. Global climate change: impact of diurnal temperature range on mortality in Guangzhou, China[J]. *Environ Pollut*, 2013, 175: 131–136. DOI: [10.1016/j.envpol.2012.12.021](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.12.021).
- 120 Wang QZ, Gao CL, Wang HC, et al. Ischemic stroke hospital admission associated with ambient temperature in Jinan, China[J]. *PLoS One*, 2013, 8(11): e80381. DOI: [10.1371/journal.pone.0080381](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080381).
- 121 Wang K, Li H, Liu WK, et al. Seasonal variation in spontaneous intracerebral hemorrhage frequency in Chengdu, China, is independent of conventional risk factors[J]. *J Clin Neurosci*, 2013, 20(4): 565–569. DOI: [10.1016/j.jocn.2012.02.052](https://doi.org/10.1016/j.jocn.2012.02.052).
- 122 Chen RJ, Wang CC, Meng X, et al. Both low and high temperature may increase the risk of stroke mortality[J]. *Neurology*, 2013, 81(12): 1064–1070. DOI: [10.1212/WNL.0b013e3182a4a43c](https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3182a4a43c).
- 123 Xu BB, Liu H, Su NF, et al. Association between winter season and risk of death from cardiovascular diseases: a study in more than half a million inpatients in Beijing, China[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2013, 13: 93. DOI: [10.1186/1471-2261-13-93](https://doi.org/10.1186/1471-2261-13-93).
- 124 许瑞君, 叶韵韶, 林巧绚, 等. 大气污染物短期暴露对老年人缺血性脑卒中住院的影响研究 [J]. *公共卫生与预防医学*, 2022, 33(1): 6–11. [Xu RJ, Ye YS, Lin QX, et al. Association of short-term exposure to ambient air pollution with hospital admission for ischemic stroke among older adults[J]. *Journal of Public Health and Preventive Medicine*, 2022, 33(1): 6–11.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-2483.2022.01.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-2483.2022.01.002).
- 125 蔡滨欣, 朱美英, 池方方, 等. 上海市松江区大气污染与脑卒中急性期死亡的关联性分析 [J]. *上海预防医学*, 2022, 34(1): 33–36. [Cai BX, Zhu MY, Chi FF, et al. Association between ambient air pollution and fatal stroke mortality in Songjiang District of Shanghai[J]. *Shanghai Journal of Preventive Medicine*, 2022, 34(1): 33–36.] DOI: [10.19428/j.cnki.sjpm.2022.20888](https://doi.org/10.19428/j.cnki.sjpm.2022.20888).

- 126 蔡东杰, 杨军, 黄琳, 等. 广州市大气 NO<sub>2</sub> 污染对暴露人群不同疾病死亡的影响 [J]. 中国环境科学, 2022, 42(8):3950-3956. [Cai DJ, Yang J, Huang L, et al. The impact of NO<sub>2</sub> on cause-specific mortality in Guangzhou[J]. China Environmental Science, 2022, 42(8):3950-3956.] DOI: 10.19674/j.cnki.issn1000-6923.20220314.015.
- 127 赵天业, 周丽婷, 张雪婷, 等. 吉林省长春市大气污染物暴露与脑卒中入院风险的关联性分析 [J]. 吉林大学学报 (医学版), 2021, 47(2): 505-510. [Zhao TY, Zhou LT, Zhang XT, et al. Analysis on correlation between exposure to air pollutants and hospitalization risk of stroke in Changchun city of Jilin province[J]. Journal of Jilin University (Medicine Edition), 2021, 47(2): 505-510.] DOI: 10.13481/j.1671-587x.20210233.
- 128 何敏, 齐金蕾, 殷鹏, 等. 中国 88 个区 / 县大气臭氧对人群脑卒中死亡的急性效应研究 [J]. 疾病监测, 2020, 35(6): 483-488. [He M, Qi JL, Yin P, et al. Acute effect of ozone on daily stroke mortality in 88 districts counties of China[J]. Disease Surveillance, 2020, 35(6): 483-488.] DOI: 10.3784/j.issn.1003-9961.2020.06.007.
- 129 应圣洁, 陈丽, 顾怡勤, 等. 低浓度一氧化碳对上海市闵行区居民心脑血管疾病死亡的影响 [J]. 环境与职业医学, 2020, 37(8): 747-752. [Ying SJ, Chen L, Gu YQ, et al. Effect of low-concentration carbon monoxide on cardiovascular and cerebrovascular disease mortality of residents in Minhang District, Shanghai[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2020, 37(8): 747-752.] DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2020.20211.
- 130 王临池, 葛锡泳, 陆艳, 等. 大气中 NO<sub>2</sub> 和 SO<sub>2</sub> 对苏州市居民脑卒中发病及高危因素影响的研究 [J]. 中国预防医学杂志, 2019, 20(9): 817-821. [Wang LC, Ge XY, Lu Y, et al. The impact of atmospheric NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> on the incidence of stroke among residents in Suzhou[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2019, 20(9): 817-821.] DOI: 10.16506/j.1009-6639.2019.09.011.
- 131 林亚楠, 郭岩, 杨西, 等. 大连市空气污染与急性脑梗死患者发病的相关性 [J]. 环境与职业医学, 2018, 35(11): 1007-1011. [Lin YN, Guo Y, Yang X, et al. Association between air pollution and acute ischemic stroke occurrence of patients in Dalian[J]. Journal of Environmental & Occupational Medicine, 2018, 35(11): 1007-1011.] DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2018.18286.
- 132 陶梦醒, 王玉, 郭岩, 等. 大连市空气污染物对脑出血发病影响研究 [J]. 中国全科医学, 2018, 21(29): 3557-3561. [Tao MX, Wang Y, Guo Y, et al. Association between air pollution and cerebral hemorrhage occurrence in Dalian[J]. Chinese General Practice, 2018, 21(29): 3557-3561.] DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2018.00.247.
- 133 罗征进, 侯博通, 王美瑶, 等. 短期环境臭氧暴露对急性缺血性卒中住院的影响: 中国武汉的时间序列分析 [J]. 国际脑血管病杂志, 2018, 26(12): 897-901. [Luo ZJ, Hou BT, Wang MY, et al. Effect of short-term environmental ozone exposure on hospitalization of ischemic stroke: a time series analysis of Wuhan, China[J]. International Journal of Cerebrovascular Diseases, 2018, 26(12): 897-901.] DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4165.2018.12.004.
- 134 江波, 牟喆, 彭丽, 等. 上海市大气颗粒污染物对居民出血性脑卒中住院人数的影响 [J]. 同济大学学报 (医学版), 2017, 38(3): 115-119. [Jiang B, Mou Z, Peng L, et al. Association between ambient PM levels and daily hemorrhagic stroke inpatients in Shanghai[J]. Journal of Tongji University (Medical Science), 2017, 38(3): 115-119.] DOI: 10.16118/j.1008-0392.2017.03.024.
- 135 张云权, 吴凯, 朱慈华, 等. 武汉市江岸区大气污染与脑卒中死亡关系的时间序列分析 [J]. 中华预防医学杂志, 2015, 49(7): 605-610. [Zhang YQ, Wu K, Zhu CH, et al. Association between ambient air pollution and stroke mortality in Wuhan, China: a time-series analysis[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2015, 49(7): 605-610.] DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2015.07.006.
- 136 周玉庆, 袁洪, 黄志军, 等. 长沙市大气污染物与脑卒中急诊关系的病例交叉研究 [J]. 环境与健康杂志, 2014, 31(9): 764-768. [Zhou YQ, Yuan H, Huang ZJ, et al. Relationship between air pollution and emergency hospital visits for stroke in Changsha: a case-crossover study[J]. Journal of Environment and Health, 2014, 31(9): 764-768.] DOI: 10.16241/j.cnki.1001-5914.2014.09.018.
- 137 钱轶峰, 宋桂香, 阚海东, 等. 上海市空气污染对中风死亡的影响 [J]. 环境与职业医学, 2012, 29(10): 603-607. [Qian YF, Song GX, Kan HD, et al. Effect of ambient air pollution on stroke in Shanghai[J]. Journal of Environmental & Occupational Medicine, 2012, 29(10): 603-607.] DOI: CNKI:SUN:LDYX.0.2012-10-002.
- 138 Zhang YH, He QL, Zhang YP, et al. Differential associations of particle size ranges and constituents with

- stroke emergency-room visits in Shanghai, China[J]. *Ecotoxicol Environ Saf*, 2022, 232: 113237. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2022.113237](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113237).
- 139 Xu RJ, Wang QQ, Wei J, et al. Association of short-term exposure to ambient air pollution with mortality from ischemic and hemorrhagic stroke[J]. *Eur J Neurol*, 2022, 29(7): 1994–2005. DOI: [10.1111/ene.15343](https://doi.org/10.1111/ene.15343).
- 140 Wu MY, Yu LH, Li TZ, et al. Association between short-term exposure to air pollution and ischemic stroke: a case-crossover study in China[J]. *Atmospheric Environment*, 2022, 283: 119173. DOI: [10.1016/j.atmosenv.2022.119173](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119173).
- 141 Wu H, Zhang BY, Wei J, et al. Short-term effects of exposure to ambient PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, and PM<sub>10</sub> on ischemic and hemorrhagic stroke incidence in Shandong Province, China[J]. *Environ Res*, 2022, 212: 113350. DOI: [10.1016/j.envres.2022.113350](https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113350).
- 142 Tian F, Qi JL, Qian ZM, et al. Differentiating the effects of air pollution on daily mortality counts and years of life lost in six Chinese megacities[J]. *Sci Total Environ*, 2022, 827: 154037. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2022.154037](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154037).
- 143 Liu T, Jiang Y, Hu JX, et al. Association of ambient PM<sub>1</sub> with hospital admission and recurrence of stroke in China[J]. *Sci Total Environ*, 2022, 828: 154131. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2022.154131](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154131).
- 144 Liu SD, Zhang Y, Ma RM, et al. Long-term exposure to ozone and cardiovascular mortality in a large Chinese cohort[J]. *Environ Int*, 2022, 165: 107280. DOI: [10.1016/j.envint.2022.107280](https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107280).
- 145 Lin CY, Ma YQ, Liu RY, et al. Associations between short-term ambient ozone exposure and cause-specific mortality in rural and urban areas of Jiangsu, China[J]. *Environ Res*, 2022, 211: 113098. DOI: [10.1016/j.envres.2022.113098](https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113098).
- 146 Liang RM, Chen RJ, Yin P, et al. Associations of long-term exposure to fine particulate matter and its constituents with cardiovascular mortality: a prospective cohort study in China[J]. *Environ Int*, 2022, 162: 107156. DOI: [10.1016/j.envint.2022.107156](https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107156).
- 147 Li L, Huang SL, Tian YC, et al. Short-term exposure to nitrogen dioxide and ischemic stroke incidence in Shenzhen, China: modification effects by season and temperature[J]. *Ecotoxicol Environ Saf*, 2022, 239: 113644. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2022.113644](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113644).
- 148 Chen H, Cheng Z, Li MM, et al. Ambient air pollution and hospitalizations for ischemic stroke: a time series analysis using a distributed lag nonlinear model in Chongqing, China[J]. *Front Public Health*, 2022, 9: 762597. DOI: [10.3389/fpubh.2021.762597](https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.762597).
- 149 Zhang YY, Zhang LS, Wei J, et al. Size-specific particulate air pollution and hospitalization for cardiovascular diseases: a case-crossover study in Shenzhen, China[J]. *Atmospheric Environment*, 2021, 251: 118271. DOI: [10.1016/j.atmosenv.2021.118271](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2021.118271).
- 150 Zhang Y, Ma RM, Ban J, et al. Risk of cardiovascular hospital admission after exposure to fine particulate pollution[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 78(10): 1015–1024. DOI: [10.1016/j.jacc.2021.06.043](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.06.043).
- 151 Zhang RH, Jiang Y, Zhang GT, et al. Association between short-term exposure to ambient air pollution and hospital admissions for transient ischemic attacks in Beijing, China[J]. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2021, 28(6): 6877–6885. DOI: [10.1007/s11356-020-10963-1](https://doi.org/10.1007/s11356-020-10963-1).
- 152 Zhang JW, Feng LH, Hou CC, et al. Interactive effect between temperature and fine particulate matter on chronic disease hospital admissions in the urban area of Tianjin, China[J]. *Int J Environ Health Res*, 2021, 31(1): 75–84. DOI: [10.1080/09603123.2019.1628928](https://doi.org/10.1080/09603123.2019.1628928).
- 153 Yang XL, Zhang LW, Chen X, et al. Long-term exposure to ambient PM<sub>2.5</sub> and stroke mortality among urban residents in northern China[J]. *Ecotoxicol Environ Saf*, 2021, 213: 112063. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2021.112063](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112063).
- 154 Wu ZT, Li J, Huang J, et al. Ambient sulfur dioxide and years of life lost from stroke in China: a time-series analysis in 48 cities[J]. *Chemosphere*, 2021, 267: 128857. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2020.128857](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128857).
- 155 Wu J, Ning Y, Gao YX, et al. Association between ambient air pollution and mri-defined brain infarcts in health examinations in China[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(8): 4325. DOI: [10.3390/ijerph18084325](https://doi.org/10.3390/ijerph18084325).
- 156 Weng LK, Li N, Feng TN, et al. Short-term association of air pollutant levels and hospital admissions for stroke and effect modification by apparent temperature: evidence from Shanghai, China[J]. *Front Public Health*, 2021, 9: 716153. DOI: [10.3389/fpubh.2021.716153](https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.716153).
- 157 Wang Y, Li J, Wang LJ, et al. The impact of carbon monoxide on years of life lost and modified effect by

- individual- and city-level characteristics: evidence from a nationwide time-series study in China[J]. *Ecotoxicol Environ Saf*, 2021, 210: 111884. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2020.111884](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111884).
- 158 Luan GJ, Yin P, Zhou MG. Associations between ambient air pollution and years of life lost in Beijing[J]. *Atmospheric Pollution Research*, 2021, 12(2): 200–205. DOI: [10.1016/j.apr.2020.11.002](https://doi.org/10.1016/j.apr.2020.11.002).
- 159 Li J, Huang J, Cao R, et al. The association between ozone and years of life lost from stroke, 2013–2017: a retrospective regression analysis in 48 major Chinese cities[J]. *J Hazard Mater*, 2021, 405: 124220. DOI: [10.1016/j.jhazmat.2020.124220](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124220).
- 160 Hu W, Chen YT, Chen JH. Short-term effect of fine particulate matter on daily hospitalizations for ischemic stroke: a time-series study in Yancheng, China[J]. *Ecotoxicol Environ Saf*, 2021, 208: 111518. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2020.111518](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111518).
- 161 Ban J, Wang Q, Ma RM, et al. Associations between short-term exposure to PM<sub>2.5</sub> and stroke incidence and mortality in China: a case-crossover study and estimation of the burden[J]. *Environ Pollut*, 2021, 268: 115743. DOI: [10.1016/j.envpol.2020.115743](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115743).
- 162 Ban J, Ma RM, Zhang Y, et al. PM<sub>2.5</sub>-associated risk for cardiovascular hospital admission and related economic burdens in Beijing, China[J]. *Sci Total Environ*, 2021, 799: 149445. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2021.149445](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149445).
- 163 Yao CY, Wang Y, Williams C, et al. The association between high particulate matter pollution and daily cause-specific hospital admissions: a time-series study in Yichang, China[J]. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2020, 27(5): 5240–5250. DOI: [10.1007/s11356-019-06734-2](https://doi.org/10.1007/s11356-019-06734-2).
- 164 Xu MM, Sbihi H, Pan XC, et al. Modifiers of the effect of short-term variation in PM<sub>2.5</sub> on mortality in Beijing, China[J]. *Environ Res*, 2020, 183: 109066. DOI: [10.1016/j.envres.2019.109066](https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.109066).
- 165 Wang ZH, Peng J, Liu PY, et al. Association between short-term exposure to air pollution and ischemic stroke onset: a time-stratified case-crossover analysis using a distributed lag nonlinear model in Shenzhen, China[J]. *Environ Health*, 2020, 19(1): 1. DOI: [10.1186/s12940-019-0557-4](https://doi.org/10.1186/s12940-019-0557-4).
- 166 Qi XM, Wang ZY, Guo XK, et al. Short-term effects of outdoor air pollution on acute ischaemic stroke occurrence: a case-crossover study in Tianjin, China[J]. *Occup Environ Med*, 2020, 77(12): 862–867. DOI: [10.1136/oemed-2019-106301](https://doi.org/10.1136/oemed-2019-106301).
- 167 Luo L, Dai YT, Zhang FY, et al. Time series analysis of ambient air pollution effects on dynamic stroke mortality[J]. *Int J Health Plann Manage*, 2019, 35(1): 79–103. DOI: [10.1002/hpm.2821](https://doi.org/10.1002/hpm.2821).
- 168 Li J, Zhang X, Yin P, et al. Ambient fine particulate matter pollution and years of life lost from cardiovascular diseases in 48 large Chinese cities: association, effect modification, and additional life gain[J]. *Sci Total Environ*, 2020, 735: 139413. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.139413](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139413).
- 169 Li J, Huang J, Wang YX, et al. Years of life lost from ischaemic and haemorrhagic stroke related to ambient nitrogen dioxide exposure: a multicity study in China[J]. *Ecotoxicol Environ Saf*, 2020, 203: 111018. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2020.111018](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111018).
- 170 Guo YF, Xie XF, Lei L, et al. Short-term associations between ambient air pollution and stroke hospitalisations: time-series study in Shenzhen, China[J]. *BMJ Open*, 2020, 10(3): e32974. DOI: [10.1136/bmjopen-2019-032974](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-032974).
- 171 Gu JS, Shi Y, Chen N, et al. Ambient fine particulate matter and hospital admissions for ischemic and hemorrhagic strokes and transient ischemic attack in 248 Chinese cities[J]. *Sci Total Environ*, 2020, 715: 136896. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.136896](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136896).
- 172 Dong ZM, Wang H, Yin P, et al. Time-weighted average of fine particulate matter exposure and cause-specific mortality in China: a nationwide analysis[J]. *Lancet Planet Health*, 2020, 4(8): e343–e351. DOI: [10.1016/s2542-5196\(20\)30164-9](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(20)30164-9).
- 173 Chen LJ, Zhang YM, Zhang WY, et al. Short-term effect of PM<sub>1</sub> on hospital admission for ischemic stroke: a multicity case-crossover study in China[J]. *Environ Pollut*, 2020, 260: 113776. DOI: [10.1016/j.envpol.2019.113776](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113776).
- 174 Chen C, Liu XJ, Wang XF, et al. Effect of air pollution on hospitalization for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, stroke, and myocardial infarction[J]. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2020, 27(3): 3384–3400. DOI: [10.1007/s11356-019-07236-x](https://doi.org/10.1007/s11356-019-07236-x).
- 175 Xue T, Guan TJ, Liu YL, et al. A national case-crossover study on ambient ozone pollution and first-ever stroke



- among Chinese adults: interpreting a weak association via differential susceptibility[J]. *Sci Total Environ*, 2019, 654: 135–143. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2018.11.067](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.067).
- 176 Wang WD, Liu C, Ying ZK, et al. Particulate air pollution and ischemic stroke hospitalization: How the associations vary by constituents in Shanghai, China[J]. *Sci Total Environ*, 2019, 695: 133780. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2019.133780](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133780).
- 177 Tian YH, Liu H, Xiang X, et al. Ambient coarse particulate matter and hospital admissions for ischemic stroke: a national analysis[J]. *Stroke*, 2019, 50(4): 813–819. DOI: [10.1161/strokeaha.118.022687](https://doi.org/10.1161/strokeaha.118.022687).
- 178 Tian YH, Liu H, Wu YQ, et al. Association between ambient fine particulate pollution and hospital admissions for cause specific cardiovascular disease: time series study in 184 major Chinese cities[J]. *BMJ*, 2019, 367: l6572. DOI: [10.1136/bmj.l6572](https://doi.org/10.1136/bmj.l6572).
- 179 Qian YF, Yu HT, Cai BX, et al. Association between incidence of fatal intracerebral hemorrhagic stroke and fine particulate air pollution[J]. *Environ Health and Prev Med*, 2019, 24(1): 38. DOI: [10.1186/s12199-019-0793-9](https://doi.org/10.1186/s12199-019-0793-9).
- 180 Li Y, Zheng CJ, Ma ZQ, et al. Acute and cumulative effects of haze fine particles on mortality and the seasonal characteristics in Beijing, China, 2005–2013: a time-stratified case–crossover study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(13): 2383. DOI: [10.3390/ijerph16132383](https://doi.org/10.3390/ijerph16132383).
- 181 Huang KY, Liang FC, Yang XL, et al. Long term exposure to ambient fine particulate matter and incidence of stroke: prospective cohort study from the China–PAR project[J]. *BMJ*, 2019, 367: l6720. DOI: [10.1136/bmj.l6720](https://doi.org/10.1136/bmj.l6720).
- 182 Chen RJ, Yin P, Meng X, et al. Associations between coarse particulate matter air pollution and cause–specific mortality: a nationwide analysis in 272 Chinese cities[J]. *Environ Health Perspect*, 2019, 127(1): 17008. DOI: [10.1289/ehp2711](https://doi.org/10.1289/ehp2711).
- 183 Chen MD, Qiu H, Wang LY, et al. Attributable risk of cardiovascular hospital admissions due to coarse particulate pollution: a multi–city time–series analysis in southwestern China[J]. *Atmospheric Environment*, 2019, 218: 117014. DOI: [10.1016/j.atmosenv.2019.117014](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.117014).
- 184 Chen C, Wang XF, Lv CG, et al. The effect of air pollution on hospitalization of individuals with respiratory and cardiovascular diseases in Jinan, China[J]. *Medicine*, 2019, 98(22): e15634. DOI: [10.1097/md.00000000000015634](https://doi.org/10.1097/md.00000000000015634).
- 185 Zhong H, Shu ZH, Zhou YQ, et al. Seasonal effect on association between atmospheric pollutants and hospital emergency room visit for stroke[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2018, 27(1): 169–176. DOI: [10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.08.014](https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.08.014).
- 186 Zhang RH, Liu GF, Jiang Y, et al. Acute effects of particulate air pollution on ischemic stroke and hemorrhagic stroke mortality[J]. *Front Neurology*, 2018, 9: 827. DOI: [10.3389/fneur.2018.00827](https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00827).
- 187 Zeng W, Zhang YC, Wang L, et al. Ambient fine particulate pollution and daily morbidity of stroke in Chengdu, China[J]. *PLoS One*, 2018, 13(11): e206836. DOI: [10.1371/journal.pone.0206836](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206836).
- 188 Wang XJ, Qian ZM, Wang XJ, et al. Estimating the acute effects of fine and coarse particle pollution on stroke mortality of in six Chinese subtropical cities[J]. *Environ Pollut*, 2018, 239: 812–817. DOI: [10.1016/j.envpol.2018.04.102](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.102).
- 189 Wang LJ, Liu C, Meng X, et al. Associations between short–term exposure to ambient sulfur dioxide and increased cause–specific mortality in 272 Chinese cities[J]. *Environ Int*, 2018, 117: 33–39. DOI: [10.1016/j.envint.2018.04.019](https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.019).
- 190 Tian YH, Liu H, Zhao ZL, et al. Association between ambient air pollution and daily hospital admissions for ischemic stroke: a nationwide time–series analysis[J]. *PLoS Med*, 2018, 15(10): e1002668. DOI: [10.1371/journal.pmed.1002668](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002668).
- 191 Hu KJ, Guo YM, Hu DY, et al. Mortality burden attributable to PM1 in Zhejiang Province, China[J]. *Environ Int*, 2018, 121: 515–522. DOI: [10.1016/j.envint.2018.09.033](https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.033).
- 192 Guan TJ, Xue T, Liu YL, et al. Differential susceptibility in ambient particle – related risk of first–ever stroke: findings from a national case–crossover study[J]. *Am J Epidemiol*, 2018, 187(5): 1001–1009. DOI: [10.1093/aje/kwy007](https://doi.org/10.1093/aje/kwy007).
- 193 Ge EJ, Lai KF, Xiao X, et al. Differential effects of size–specific particulate matter on emergency department visits for respiratory and cardiovascular diseases in Guangzhou, China[J]. *Environ Pollut*, 2018, 243: 336–345. DOI: [10.1016/j.envpol.2018.08.068](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.08.068).
- 194 Dong HB, Yu YQ, Yao S, et al. Acute effects of air

- pollution on ischaemic stroke onset and deaths: a time-series study in Changzhou, China[J]. *BMJ Open*, 2018, 8(7): e20425. DOI: [10.1136/bmjopen-2017-020425](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-020425).
- 195 Chen YC, Zang L, Du W, et al. Ambient air pollution of particles and gas pollutants, and the predicted health risks from long-term exposure to PM<sub>2.5</sub> in Zhejiang Province, China[J]. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2018, 25(24): 23833–23844. DOI: [10.1007/s11356-018-2420-5](https://doi.org/10.1007/s11356-018-2420-5).
- 196 Chen RJ, Yin P, Meng X, et al. Associations between ambient nitrogen dioxide and daily cause-specific mortality: evidence from 272 Chinese cities[J]. *Epidemiology*, 2018, 29(4): 482–489. DOI: [10.1097/ede.0000000000000829](https://doi.org/10.1097/ede.0000000000000829).
- 197 Chen C, Zhu Pf, Lan L, et al. Short-term exposures to PM<sub>2.5</sub> and cause-specific mortality of cardiovascular health in China[J]. *Environ Res*, 2018, 161: 188–194. DOI: [10.1016/j.envres.2017.10.046](https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.046).
- 198 Yu YQ, Dong HB, Yao S, et al. Protective effects of ambient ozone on incidence and outcomes of ischemic stroke in Changzhou, China: a time-series study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2017, 14(12): 1610. DOI: [10.3390/ijerph14121610](https://doi.org/10.3390/ijerph14121610).
- 199 Yin P, Chen RJ, Wang LJ, et al. Ambient ozone pollution and daily mortality: a nationwide study in 272 Chinese cities[J]. *Environ Health Perspect*, 2017, 125(11): 117006. DOI: [10.1289/ehp1849](https://doi.org/10.1289/ehp1849).
- 200 Tian YH, Xiang X, Wu YQ, et al. Fine particulate air pollution and first hospital admissions for ischemic stroke in Beijing, China[J]. *Sci Rep*, 2017, 7: 3897. DOI: [10.1038/s41598-017-04312-5](https://doi.org/10.1038/s41598-017-04312-5).
- 201 Qiu H, Sun SZ, Tsang H, et al. Fine particulate matter exposure and incidence of stroke a cohort study in Hong Kong[J]. *Neurology*, 2017, 88(18): 1709–1717. DOI: [10.1212/wnl.0000000000003903](https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000003903).
- 202 Liu H, Tian YH, Xu Y, et al. Ambient particulate matter concentrations and hospitalization for stroke in 26 Chinese cities: a case-crossover study[J]. *Stroke*, 2017, 48(8): 2052–2059. DOI: [10.1161/strokeaha.116.016482](https://doi.org/10.1161/strokeaha.116.016482).
- 203 Liu H, Tian YH, Xu Y, et al. Association between ambient air pollution and hospitalization for ischemic and hemorrhagic stroke in China: a multicity case-crossover study[J]. *Environ Pollut*, 2017, 230: 234–241. DOI: [10.1016/j.envpol.2017.06.057](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.06.057).
- 204 Huang ZJ, Zhou YQ, Lu Y, et al. A case-crossover study between fine particulate matter elemental composition and emergency admission with cardiovascular disease[J]. *Acta Cardiologica Sinica*, 2017, 33(1): 66–73. DOI: [10.6515/acs20160118b](https://doi.org/10.6515/acs20160118b).
- 205 Huang FF, Luo YX, Tan P, et al. Gaseous air pollution and the risk for stroke admissions: a case-crossover study in Beijing, China[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2017, 14(2): 189. DOI: [10.3390/ijerph14020189](https://doi.org/10.3390/ijerph14020189).
- 206 Guo P, Wang YL, Feng WR, et al. Ambient air pollution and risk for ischemic stroke: a short-term exposure assessment in south China[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2017, 14(9): 1091. DOI: [10.3390/ijerph14091091](https://doi.org/10.3390/ijerph14091091).
- 207 Feng LW, Ye B, Feng H, et al. Spatiotemporal changes in fine particulate matter pollution and the associated mortality burden in China between 2015 and 2016[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2017, 14(11): 1321. DOI: [10.3390/ijerph14111321](https://doi.org/10.3390/ijerph14111321).
- 208 Chen RJ, Yin P, Meng X, et al. Fine particulate air pollution and daily mortality. A nationwide analysis in 272 chinese cities[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2017, 196(1): 73–81. DOI: [10.1164/rccm.201609-1862OC](https://doi.org/10.1164/rccm.201609-1862OC).
- 209 Lin HL, Tao J, Du YD, et al. Differentiating the effects of characteristics of PM pollution on mortality from ischemic and hemorrhagic strokes[J]. *Int J Hyg Environ Health*, 2016, 219(2): 204–211. DOI: [10.1016/j.ijheh.2015.11.002](https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2015.11.002).
- 210 Huang FF, Luo YX, Guo YM, et al. Particulate matter and hospital admissions for stroke in Beijing, China: modification effects by ambient temperature[J]. *J Am Heart Assoc*, 2016, 5(7): e003437. DOI: [10.1161/jaha.116.003437](https://doi.org/10.1161/jaha.116.003437).
- 211 Tian LW, Qiu H, Pun VC, et al. Carbon monoxide and stroke: a time series study of ambient air pollution and emergency hospitalizations[J]. *Int J Cardiol*, 2015, 201: 4–9. DOI: [10.1016/j.ijcard.2015.07.099](https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.07.099).
- 212 Xiang H, Mertz KJ, Arena VC, et al. Estimation of short-term effects of air pollution on stroke hospital admissions in Wuhan, China[J]. *PLoS One*, 2013, 8(4): e61168. DOI: [10.1371/journal.pone.0061168](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061168).
- 213 Li GX, Zhou MG, Zhang YJ, et al. Seasonal effects of PM<sub>10</sub> concentrations on mortality in Tianjin, China: a time-series analysis[J]. *J Public Health*, 2013, 21(2): 135–144. DOI: [10.1007/s10389-012-0529-4](https://doi.org/10.1007/s10389-012-0529-4).

- 214 Dong GH, Qian ZM, Wang J, et al. Associations between ambient air pollution and prevalence of stroke and cardiovascular diseases in 33 Chinese communities[J]. *Atmos Environ*, 2013, 77: 968–973. DOI: [10.1016/j.atmosenv.2013.06.034](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.06.034).
- 215 Chen RJ, Zhang YH, Yang CX, et al. Acute effect of ambient air pollution on stroke mortality in the China air pollution and health effects study[J]. *Stroke*, 2013, 44(4): 954–960. DOI: [10.1161/strokeaha.111.673442](https://doi.org/10.1161/strokeaha.111.673442).
- 216 Cao X, Tang HS, Zheng CY, et al. Association of heating fuel types with mortality and cardiovascular events among non-smokers in China[J]. *Environ Pollut*, 2021, 291: 118207. DOI: [10.1016/j.envpol.2021.118207](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118207).
- 217 Qu WH, Yan ZJ, Qu GH, et al. Household solid fuel use and cardiovascular disease in rural areas in Shanxi, China[J]. *Iran J Public Health*, 2015, 44(5): 625–638. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26284203/>.
- 218 Lee MS, Hang JQ, Zhang FY, et al. In-home solid fuel use and cardiovascular disease: a cross-sectional analysis of the Shanghai Putuo study[J]. *Environ Health*, 2012, 11: 18. DOI: [10.1186/1476-069X-11-18](https://doi.org/10.1186/1476-069X-11-18).
- 219 Bassig BA, Hosgood HD, Shu XO, et al. Ischaemic heart disease and stroke mortality by specific coal type among non-smoking women with substantial indoor air pollution exposure in China[J]. *Int J Epidemiol*, 2020, 49(1): 56–68. DOI: [10.1093/ije/dyz158](https://doi.org/10.1093/ije/dyz158).
- 220 谢波, 郑依玲, 李志刚, 等. 中国城市高密度居住环境对居民脑卒中的影响——对武汉的实证[J]. *城市规划*, 2021, 45(5): 30–39. [Xie B, Zheng YL, Li ZG, et al. Influence of urban high-density living environment on stroke risk: a case study of Wuhan[J]. *City Planning Review*, 2021, 45(5): 30–39.] DOI: [10.11819/cpr20210504a](https://doi.org/10.11819/cpr20210504a).
- 221 Bao JZ, Cao Z, Huang CR, et al. Modification effect of urban landscape characteristics on the association between heat and stroke morbidity: a small-scale intra-urban study in Shenzhen, China[J]. *Sci Total Environ*, 2021, 786: 147223. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2021.147223](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147223).
- 222 Hou L, Han W, Jiang JM, et al. Passive smoking and stroke in men and women: a national population-based case-control study in China[J]. *Sci Rep*, 2017, 7: 45542. DOI: [10.1038/srep45542](https://doi.org/10.1038/srep45542).
- 223 张海涛, 高励, 叶樱, 等. 甘孜藏区人群生活方式与脑卒中患病率的相关性研究[J]. *中国循证医学杂志*, 2015, 15(1): 4–7. [Zhang HT, Gao L, Ye Y, et al. Association between local population's lifestyle and the morbidity of cerebral stroke in Ganzi Tibetan state: a cross-sectional study[J]. *Chinese Journal of Evidence-Based Medicine*, 2015, 15(1): 4–7.] DOI: [10.7507/1672-2531.20150003](https://doi.org/10.7507/1672-2531.20150003).
- 224 Wang X, Cao YJ, Hong DQ, et al. Ambient temperature and stroke occurrence: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2016, 13(7): 698. DOI: [10.3390/ijerph13070698](https://doi.org/10.3390/ijerph13070698).
- 225 Lian H, Ruan YP, Liang RJ, et al. Short-term effect of ambient temperature and the risk of stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2015, 12(8): 9068–9088. DOI: [10.3390/ijerph120809068](https://doi.org/10.3390/ijerph120809068).
- 226 Liu JW, Varghese BM, Hansen A, et al. Heat exposure and cardiovascular health outcomes: a systematic review and meta-analysis[J]. *Lancet Planet Health*, 2022, 6(6): e484–e495. DOI: [10.1016/S2542-5196\(22\)00117-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00117-6).
- 227 Kysely J, Pokorna L, Kyncl J, et al. Excess cardiovascular mortality associated with cold spells in the Czech Republic[J]. *BMC Public Health*, 2009, 9: 19. DOI: [10.1186/1471-2458-9-19](https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-19).
- 228 Liu CQ, Yavar ZB, Sun QH. Cardiovascular response to thermoregulatory challenges[J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2015, 309(11): H1793–H1812. DOI: [10.1152/ajpheart.00199.2015](https://doi.org/10.1152/ajpheart.00199.2015).
- 229 Hori A, Hashizume M, Tsuda Y, et al. Effects of weather variability and air pollutants on emergency admissions for cardiovascular and cerebrovascular diseases[J]. *Int J Environ Health Res*, 2012, 22(5): 416–430. DOI: [10.1080/09603123.2011.650155](https://doi.org/10.1080/09603123.2011.650155).
- 230 Beseoglu K, Hänggi D, Stummer W, et al. Dependence of subarachnoid hemorrhage on climate conditions: a systematic meteorological analysis from the dusseldorf metropolitan area[J]. *Neurosurgery*, 2008, 62(5): 1033–1039. DOI: [10.1227/01.neu.0000325864.91584.c7](https://doi.org/10.1227/01.neu.0000325864.91584.c7).
- 231 Guan WH, Clay SJ, Sloan GJ, et al. Effects of barometric pressure and temperature on acute ischemic stroke hospitalization in Augusta, GA[J]. *Transl Stroke Res*, 2018. DOI: [10.1007/s12975-018-0640-0](https://doi.org/10.1007/s12975-018-0640-0).
- 232 Jimenez-Conde J, Ois A, Gomis M, et al. Weather as a

- trigger of stroke. Daily meteorological factors and incidence of stroke subtypes[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2008, 26(4): 348–354. DOI: [10.1159/000151637](https://doi.org/10.1159/000151637).
- 233 Houck PD, Lethen JE, Riggs MW, et al. Relation of atmospheric pressure changes and the occurrences of acute myocardial infarction and stroke[J]. *Am J Cardiol*, 2005, 96(1): 45–51. DOI: [10.1016/j.amjcard.2005.02.042](https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2005.02.042).
- 234 Scheers H, Jacobs L, Casas L, et al. Long-term exposure to particulate matter air pollution is a risk factor for stroke[J]. *Stroke*, 2015, 46(11): 3058–3066. DOI: [10.1161/STROKEAHA.115.009913](https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.009913).
- 235 Niu ZP, Liu FF, Yu HM, et al. Association between exposure to ambient air pollution and hospital admission, incidence, and mortality of stroke: an updated systematic review and meta-analysis of more than 23 million participants[J]. *Environ Health Prev Med*, 2021, 26(1): 15. DOI: [10.1186/s12199-021-00937-1](https://doi.org/10.1186/s12199-021-00937-1).
- 236 Yang WS, Wang X, Deng Q, et al. An evidence-based appraisal of global association between air pollution and risk of stroke[J]. *Int J Cardiol*, 2014, 175(2): 307–313. DOI: [10.1016/j.ijcard.2014.05.044](https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.05.044).
- 237 Argacha JF, Bourdrel T, van de Borne P. Ecology of the cardiovascular system: a focus on air-related environmental factors[J]. *Trends in Cardiovasc Med*, 2018, 28(2): 112–126. DOI: [10.1016/j.tcm.2017.07.013](https://doi.org/10.1016/j.tcm.2017.07.013).
- 238 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](https://doi.org/10.1038/s41569-020-0371-2).
- 239 McCracken JP, Wellenius GA, Bloomfield GS, et al. Household air pollution from solid fuel use: evidence for links to CVD[J]. *Global heart*, 2012, 7(3): 223–234. DOI: [10.1016/j.ghheart.2012.06.010](https://doi.org/10.1016/j.ghheart.2012.06.010).
- 240 Argacha JF, Mizukami T, Bourdrel T, et al. Ecology of the cardiovascular system: part II – a focus on non-air related pollutants[J]. *Trends in Cardiovasc Med*, 2019, 29(5): 274–282. DOI: [10.1016/j.tcm.2018.09.003](https://doi.org/10.1016/j.tcm.2018.09.003).
- 241 Weihofen VM, Hegewald J, Euler U, et al. Aircraft noise and the risk of stroke a systematic review and meta-analysis[J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2019, 116(14): 237–244. DOI: [10.3238/arztebl.2019.0237](https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0237).
- 242 Münzel T, Sørensen M, Schmidt F, et al. The adverse effects of environmental noise exposure on oxidative stress and cardiovascular risk[J]. *Antioxid Redox Signal*, 2018, 28(9): 873–908. DOI: [10.1089/ars.2017.7118](https://doi.org/10.1089/ars.2017.7118).

收稿日期: 2022 年 09 月 07 日 修回日期: 2022 年 10 月 07 日  
本文编辑: 李 阳 曹 越

引用本文: 虞莉莎, 刘新靓, 宋康, 等. 中国脑卒中环境危险因素的系统评价[J]. 医学新知, 2023, 33(3): 173–208. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202209017](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202209017)  
Yu LS, Liu XL, Song K, et al. Environmental risk factors for stroke in China: a systematic review[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2023, 33(3): 173–208. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202209017](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202209017)