· 疾病控制 ·

河南省城市污水8种抗抑郁药物污染及来源分析

张欣烨[1]，赵秋艳[1]，马泽乾[2]，马小焱[1]，吕玲双[3]，张杰[1]，韩志伟[1]

1.河南省疾病预防控制中心，河南 郑州 450016；2.周口市疾病预防控制中心，河南 周口 466000；
3.湖南省疾病预防控制中心，湖南 长沙 410153

摘要：目的　分析河南省城市污水中8种抗抑郁药物的质量浓度、污染分布和来源，为区域水环境药物污染治理提供依据。**方法**　于2025年5—10月，采集河南省郑州市、洛阳市和周口市6座生活污水处理厂进水口和2所精神病专科医院污水排放口污水样品48份。采用超高效液相色谱-串联质谱法测定8种抗抑郁药物的质量浓度，内标法定量；采用主成分分析法计算方差贡献率，分析不同污染来源污水中抗抑郁药物的组分差异和来源。**结果**　生活污水处理厂进水口污水中8种抗抑郁药物均有检出，平均质量浓度为55.9 ng/L，以西酞普兰、舍曲林和文拉法辛为主，平均质量浓度分别为17.1、10.7和10.2 ng/L，占比为30.6%、19.1%和18.2%；文拉法辛检出率达100.0%，其他药物检出率为2.8%~83.3%。精神病专科医院污水排放口污水中8种抗抑郁药物均有检出，平均质量浓度为2 784.3 ng/L，以文拉法辛、西酞普兰为主，平均质量浓度分别为1 639.7、703.6 ng/L，占比分别为58.9%、25.3%；文拉法辛、西酞普兰检出率达100.0%，其他药物检出率为50.0%~91.7%。主成分分析结果显示，生活污水处理厂进水口污水中8种抗抑郁药物PC1的方差贡献率为62.5%，8种抗抑郁药物在PC1上均呈正载荷，其中西酞普兰、帕罗西汀和度洛西汀载荷较高。精神病专科医院污水排放口污水中8种抗抑郁药物PC1的方差贡献率为53.6%，8种抗抑郁药物在PC1上均呈负载荷，其中舍曲林、西酞普兰和文拉法辛载荷较高。**结论**　河南省6座生活污水处理厂进水口污水和2所精神病专科医院污水排放口污水中8种抗抑郁药物均有检出，以文拉法辛、西酞普兰为主。

关键词：抗抑郁药物；生活污水；医院污水；主成分分析；超高效液相色谱-串联质谱法
中图分类号：R12　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**2096-5087（2026）09-0958-05

Pollution and source of eight antidepressants in municipal wastewater of Henan Province

ZHANG Xinye[1], ZHAO Qiuyan[1], MA Zeqian[2], MA Xiaoyan[1], LÜ Lingshuang[3], ZHANG Jie[1], HAN Zhiwei[1]

1.Henan Provincial Center for Disease Control and Prevention, Zhengzhou, Henan 450016, China; 2.Zhoukou Center for Disease Control and Prevention, Zhoukou, Henan 466000, China; 3.Hunan Provincial Center for Disease Control and Prevention, Changsha, Hunan 410153, China

Abstract: Objective　To analyze the mass concentration, pollution distribution and source of eight antidepressants in municipal wastewater in Henan Province, so as to provide evidence for the control of pharmaceutical pollution in regional water environment. **Methods**　From May to October 2025, a total of 48 wastewater samples were collected from the inlets of six domestic wastewater treatment plants and the discharge outlets of two psychiatric specialty hospitals in Zhengzhou City, Luoyang City and Zhoukou City of Henan Province. The mass concentrations of eight antidepressants were determined by ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry, and quantified using the internal standard method. Principal component analysis was used to calculate the variance contribution rate, and the

DOI：10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.09.021
基金项目：河南省科技发展计划科技攻关项目（242102310160）；
河南疾控科技攻关专项计划项目（HNCDCYC202561）；
河南省医学科技攻关计划联合共建项目（LHGJ20260166）
作者简介：张欣烨，硕士，副主任技师，主要从事环境健康危害因素监测和理化检验等工作
通信作者：韩志伟，E-mail：cnhnhzw@163.com

component differences and source of antidepressants in wastewater from different pollution sources were analyzed. **Results** Eight antidepressants were detected in the inlet wastewater of domestic wastewater treatment plants, with an average mass concentration of 55.9 ng/L. Citalopram, sertraline and venlafaxine were the predominant compounds, with average mass concentrations of 17.1 ng/L, 10.7 ng/L and 10.2 ng/L, accounting for 30.6%, 19.1% and 18.2%, respectively. The detection rate of venlafaxine reached 100.0%, while the detection rates of other compounds ranged from 2.8% to 83.3%. Eight antidepressants were detected in the wastewater from the sewage discharge outlets of psychiatric specialized hospitals, with an average mass concentration of 2 784.3 ng/L. Venlafaxine and citalopram were the dominant compounds, with average mass concentrations of 1 639.7 ng/L and 703.6 ng/L, accounting for 58.9% and 25.3%, respectively. The detection rates of venlafaxine and citalopram were both 100.0%, and the detection rates of the remaining compounds ranged from 50.0% to 91.7%. Principal component analysis showed that the variance contribution rate of PC1 for the eight antidepressants in the inlet wastewater of domestic wastewater treatment plants was 62.5%. All eight antidepressants had positive loadings on PC1, among which citalopram, paroxetine and duloxetine showed higher loadings. The variance contribution rate of PC1 for the eight antidepressants in the wastewater from the sewage discharge outlets of psychiatric specialized hospitals was 53.6%. All eight antidepressants had negative loadings on PC1, and sertraline, citalopram and venlafaxine had relatively high loadings. **Conclusions** All eight antidepressants were detected in the inlet wastewater samples from 6 domestic wastewater treatment plants and the sewage discharge outlets of 2 psychiatric specialized hospitals in Henan Province, with venlafaxine and citalopram as the predominant compounds.

Keywords: antidepressant; domestic wastewater; hospital wastewater; principal component analysis; ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry

抗抑郁药物作用于中枢神经系统，主要用于治疗抑郁症及其他精神类疾病的药物。文拉法辛、西酞普兰和舍曲林等选择性 5-羟色胺再摄取抑制剂、5-羟色胺和去甲肾上腺素再摄取抑制剂是目前临床常用的抗抑郁药物[1]。此类药物在人体内代谢不完全，相当比例以原型药物或活性代谢产物的形式随尿液排出，经污水收集系统进入水环境[2]。现有污水处理技术的净化能力有限，该类物质持续以低浓度排入水体[3]，可能对水生生态系统构成潜在风险[4]。

水环境抗抑郁药物污染特征的相关研究显示，郑州市 3 条主干河流中文拉法辛与西酞普兰为主要污染物[5]，南京市地表水体中舍曲林、氟伏沙明和西酞普兰检出率达 100%[6]，青海省污水厂进水样品中文拉法辛及其代谢物浓度偏高[7]，提示区域用药和污水处理技术可能是影响抗抑郁药物环境污染特征差异的主要因素。本研究选取文拉法辛、西酞普兰、度洛西汀、氟西汀、舍曲林、阿米替林、帕罗西汀和氟伏沙明 8 种抗抑郁药物为目标污染物，以河南省郑州市、洛阳市和周口市 6 座生活污水处理厂、2 所精神病专科医院污水排放口为监测点，分析污水中抗抑郁药物的污染分布和来源，为区域水环境药物污染治理提供依据。

1　材料与方法

1.1　样品采集

于 2025 年 5—10 月，开展 6 次现场采样，每次同步采集郑州市、洛阳市和周口市的 6 座生活污水处理厂进水口（分别记为 WWTP-A~WWTP-F）和 2 所精神病专科医院污水排放口（分别记为 HSP-1 和 HSP-2）的污水样品各 1 份，分别采集污水样品 36 和 12 份。生活污水处理厂进水口污水样品采用全自动连续水样采集器，连续采样 24 h，采样频率为 100 mL/L，每次采集 2.4 L 污水样品；医院污水排放口污水样品采集瞬时水样，每次采集 500 mL。样品采集后立即置于 4 ℃冷藏，避免目标药物降解，并在 2 h 内运送至实验室，确保样品在 7 d 内完成前处理和检测。

1.2　主要仪器与试剂

超高效液相色谱仪（日本岛津公司）；AB SCIEX QTRAP 6500 串联质谱仪（美国 AB 公司）；HLB 固相萃取柱（500 mg/6 cc，美国 Waters 公司）；CORTECS UPLC C_{18} 色谱柱（1.6 μm，2.1 mm×100 mm，美国 Waters 公司）。抗抑郁药物（文拉法辛、西酞普兰、度洛西汀、氟西汀、舍曲林、阿米替林、帕罗西汀和氟伏沙明）及内标物（文拉法辛-D_6、西酞普兰-D_6、氟西汀-D_5、舍曲林-D_3 和阿米替林-D_3）均购自天津阿尔塔科技有限公司。

1.3　方法

取经 GF/C 高纯硼硅酸玻璃纤维滤膜（截留粒径 1.2 μm）过滤的污水样品 250 mL，加入 10 ng 内标，再依次加入 15 mg 抗坏血酸和 0.12 g EDTA-Na_2，待试剂溶解后，用硫酸溶液（1∶7，v∶v）调节 pH 值

至 2.0。采用 HLB 固相萃取柱（500 mg/6 cc）富集净化：依次用 6 mL 甲醇、6 mL 超纯水活化，以 5 mL/min 流速上样，10 mL 超纯水淋洗后负压抽干 10 min，用 10 mL 甲醇洗脱目标物。洗脱液经氮吹浓缩，甲醇定容至 1.0 mL，过 0.22 μm 有机滤膜后，取 1 μL 滤液上机测定[6, 8]。

采用超高效液相色谱-串联质谱仪测定 8 种抗抑郁药物质量浓度。液相色谱条件如下：选用 CORTECS UPLC C_{18} 色谱柱（1.6 μm，2.1 mm×100 mm）；柱温 35 ℃，样品室温度 20 ℃，进样体积 1 μL，流动相流速恒定为 0.3 mL/min。以 0.1% 甲酸水溶液为流动相 A，0.1% 甲酸乙腈溶液为流动相 B，采用线性梯度洗脱程序。质谱检测采用电喷雾电离正离子模式（ESI^+）进行扫描监测：离子源温度 150 ℃，脱溶剂气温度 500 ℃；脱溶剂气流量 800 L/h，锥孔反吹气流量 150 L/h；毛细管电压 0.5 kV。

采用内标法定量，以甲醇为溶剂，配制质量浓度为 0.1~50.0 ng/L 的混合标准系列溶液，建立标准定量曲线。实验过程中进行基质加标回收试验，向实际污水样品中添加定量内标与标准物质，加标量均为 10 ng，所有目标化合物平均加标回收率在 98.4%~115.0% 范围内。同时，每 10 个样品中随机抽取 1 个进行平行测定，计算平行样品的相对标准偏差，确保相对标准偏差不超过 10%，保证分析结果的重复性和准确性。8 种抗抑郁药物的相关检测信息见表 1。

表 1　8 种抗抑郁药物的相关检测信息

Table 1　Relevant testing information of eight antidepressants

抗抑郁药物	检出限/（ng/L）	内标物	标准曲线范围/（ng/mL）	相关系数	平均加标回收率/%
文拉法辛	0.08	文拉法辛-D_6	0.1~50.0	0.999 3	104.0
西酞普兰	0.04	西酞普兰-D_6	0.1~50.0	0.999 5	102.0
度洛西汀	4.00	文拉法辛-D_6	0.1~50.0	0.998 0	98.4
氟西汀	0.40	氟西汀-D_5	0.1~50.0	0.999 8	100.0
舍曲林	0.40	舍曲林-D_3	0.1~50.0	0.999 9	101.0
阿米替林	0.40	阿米替林-D_3	0.1~50.0	0.999 5	109.0
帕罗西汀	0.60	西酞普兰-D_6	0.1~50.0	0.998 0	115.0
氟伏沙明	1.00	西酞普兰-D_6	0.1~50.0	0.998 0	107.0

1.4　统计分析

采用 R 4.5.0 软件统计分析。采用主成分分析法计算方差贡献率，分析不同污染来源污水中抗抑郁药物的组分差异和来源。各抗抑郁药物占比为各抗抑郁药物平均质量浓度占 8 种抗抑郁药物平均质量浓度的百分比[9]。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　抗抑郁药物检出情况

生活污水处理厂进水口污水中 8 种抗抑郁药物均有检出，平均质量浓度为 55.9 ng/L。文拉法辛、西酞普兰、度洛西汀、氟西汀、舍曲林、阿米替林、帕罗西汀和氟伏沙明平均质量浓度分别为 10.2、17.1、3.1、0.7、10.7、0.3、6.8 和 7.0 ng/L，占比为 18.2%、30.6%、5.5%、1.3%、19.1%、0.5%、12.2% 和 12.5%；在 36 份样品中的检出率分别为 100.0%、83.3%、2.8%、13.9%、72.2%、19.4%、25.0% 和 36.1%。

精神病专科医院污水排放口污水中 8 种抗抑郁药物均有检出，平均质量浓度为 2 784.3 ng/L。文拉法辛、西酞普兰、度洛西汀、氟西汀、舍曲林、阿米替林、帕罗西汀和氟伏沙明平均质量浓度分别为 1 639.7、703.6、32.5、7.6、156.6、1.3、46.6 和 196.4 ng/L，占比为 58.9%、25.3%、1.2%、0.3%、5.6%、0、1.7% 和 7.1%；在 12 份样品中的检出率分别为 100.0%、100.0%、66.7%、83.3%、91.7%、50.0%、83.3% 和 83.3%。

2.2　不同监测点污水抗抑郁药物分布

WWTP-A、WWTP-B、WWTP-C、WWTP-D、WWTP-E、WWTP-F、HSP-1 和 HSP-2 污水中 8 种抗抑郁药物平均质量浓度分别为 31.5、9.6、23.9、32.7、10.0、227.8、3 962.0 和 1 606.5 ng/L。WWTP-A、WWTP-B、WWTP-C、WWTP-D、WWTP-E 和 HSP-1 污水中文拉法辛平均质量浓度较高，分别为 10.3、3.0、11.1、15.4、4.6 和 2 818.2 ng/L，占比为 32.7%、31.3%、46.4%、47.1%、46.0% 和 71.1%；WWTP-F、HSP-2 污水中西酞普兰平均质量浓度较高，分别为 84.2、735.3 ng/L，占比为 37.0%、45.8%。见表 2。

2.3　抗抑郁药物的主成分分析

生活污水处理厂进水口污水主成分分析结果显示，8 种抗抑郁药物 PC1 和 PC2 的累计方差贡献率为 75.3%。PC1 的方差贡献率为 62.5%，8 种抗抑郁药物在 PC1 上均呈正载荷，为 0.498~0.935；西酞普兰、帕罗西汀和度洛西汀载荷较高，分别为 0.935、0.919 和 0.850。PC2 的方差贡献率为 12.8%，舍曲林、氟伏沙明在 PC2 上呈较高正载荷，分别为 0.414、0.260；阿米替林、文拉法辛呈较高负载荷，分别为-0.788、-0.256。

表2 河南省不同监测点污水抗抑郁药物分布

Table 2 Distribution of antidepressants in wastewater across different monitoring sites in Henan Province

监测点	文拉法辛		西酞普兰		度洛西汀		氟西汀		舍曲林		阿米替林		帕罗西汀		氟伏沙明	
	平均质量浓度/（ng/L）	占比/%	平均质量浓度/（ng/L）	占比/%	平均质量浓度/（ng/L）	占比/%	平均质量浓度/（ng/L）	占比/%	平均质量浓度/（ng/L）	占比/%	平均质量浓度/（ng/L）	占比/%	平均质量浓度/（ng/L）	占比/%	平均质量浓度/（ng/L）	占比/%
WWTP-A	10.3	32.7	4.8	15.2	2.0	6.3	0.4	1.3	5.5	17.5	0.3	1.0	2.0	6.3	6.2	19.7
WWTP-B	3.0	31.3	1.2	12.5	2.0	20.8	0.2	2.1	1.7	17.7	0.2	2.1	0.3	3.1	1.0	10.4
WWTP-C	11.1	46.4	3.1	13.0	2.0	8.4	0.4	1.7	4.1	17.2	0.3	1.3	0.5	2.1	2.4	10.0
WWTP-D	15.4	47.1	7.8	23.9	2.0	6.1	0.5	1.5	4.4	13.5	0.2	0.6	0.4	1.2	2.0	6.1
WWTP-E	4.6	46.0	1.4	14.0	2.0	20.0	0.2	2.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.3	3.0	0.5	5.0
WWTP-F	17.2	7.6	84.2	37.0	8.5	3.7	2.4	1.1	48.2	21.2	0.5	0.2	37.1	16.3	29.7	13.0
HSP-1	2 818.2	71.1	672.0	17.0	58.3	1.5	3.6	0.1	180.9	4.6	0.6	0.0	41.4	1.0	187.0	4.7
HSP-2	461.2	28.7	735.3	45.8	6.7	0.4	11.6	0.7	132.2	8.2	1.9	0.1	51.8	3.2	205.8	12.8

精神病专科医院污水排放口污水主成分分析结果显示，8种抗抑郁药物PC1和PC2的累计方差贡献率为75.0%。PC1的方差贡献率为53.6%，8种抗抑郁药物在PC1上均呈负载荷，为-0.951~-0.271；舍曲林、西酞普兰和文拉法辛载荷较高，分别为-0.951、-0.948和-0.793。PC2的方差贡献率为21.4%，度洛西汀、文拉法辛在PC2上呈较高正载荷，分别为0.729、0.559；阿米替林、帕罗西汀和氟伏沙明呈较高负载荷，分别为-0.629、-0.493和-0.461。

3 讨 论

文拉法辛、西酞普兰是河南省城市污水中主要的抗抑郁药物，其平均质量浓度与其他研究报道水平[10-11]存在一定差异，可能与区域间抗抑郁药物处方模式和临床用药量的差异有关。文拉法辛在6座生活污水处理厂进水口污水和2所精神病专科医院污水排放口污水中均普遍检出且平均质量浓度较高，一方面反映其在社区和精神病专科医院中均为高频使用药物，另一方面可能与其在污水管网及处理系统中的较强环境持久性和较低生物降解性有关，使其在各监测点存在。西酞普兰在2个监测点平均质量浓度和占比较高，尤其是精神病专科医院污水排放口，提示医疗机构对该药物的使用量较大。鉴于西酞普兰在常规污水处理工艺中难以被完全降解，其持续排放可能影响水体生态环境。

生活污水处理厂进水口污水8种抗抑郁药物PC1的方差贡献率为62.5%，西酞普兰、帕罗西汀和度洛西汀呈较高正载荷，表明以上3种抗抑郁药物是PC1的核心贡献组分。8种抗抑郁药物在PC1上均呈正载荷，有“共同增减”趋势，即PC1捕捉了社区人群中多种抗抑郁药物使用情况的同步波动，体现为“总量效应”，可代表生活污水中主流抗抑郁药物的综合排放水平，集中反映了社区人群常用抗抑郁药物的整体使用情况[12]。PC2的方差贡献率为12.8%，其因子载荷呈现正负分化，舍曲林、氟伏沙明呈较高正载荷，阿米替林、文拉法辛呈较高负载荷，提示PC2可能主要反映不同抗抑郁药物在社区使用中的结构差异。已有研究表明，污水厂集水区的社会人口学特征（如年龄构成、社会经济状况等）和人群用药习惯会直接影响污水中精神活性药物的组成谱与排放水平[13]，可能为上述组分差异的成因。

精神病专科医院污水排放口污水8种抗抑郁药物PC1的方差贡献率为53.6%，舍曲林、西酞普兰和文拉法辛呈较高负载荷，是该主成分的核心贡献药物。8种抗抑郁药物在PC1上均呈负载荷，PC1捕捉了医院临床用药品种间的“此消彼长”趋势，体现为“结构效应”。生活污水处理厂进水口污水与精神病专科医院污水排放口污水PC1载荷方向相反，说明了社区用药与医院用药在组成谱的差异。PC2的方差贡献率为21.4%，度洛西汀、文拉法辛呈较高正载荷，阿米替林、帕罗西汀和氟伏沙明呈较高负载荷，反映医院临床用药不同品种间的使用结构差异。总体而言，生活污水处理厂进水口污水和精神病专科医院污水排放口污水主成分的载荷结构差异，本质上对应了社区人群用药与医院临床用药在品种选择、使用剂量上的差异。

综上，河南省6座生活污水处理厂进水口污水和2所精神病专科医院污水排放口污水中8种抗抑郁药物均有检出，以文拉法辛、西酞普兰为主。本研究存在一定局限性：其一，监测时段仅为5—10月，未能覆盖全年，无法分析抗抑郁药物平均质量浓度的季节性变化规律；其二，采样点仅设于生活污水处理

厂进水口和精神病专科医院污水排放口，未同步采集出水口及受纳水体样品，尚不能直接评估该区域抗抑郁药物的生态风险，后续可开展系统的生态风险评价；其三，样本仅来源于河南省3个城市的6座生活污水处理厂进水口和2所精神病专科医院污水排放口，区域覆盖范围和样本量有限，结论外推性需通过扩大监测范围和增加采样频次加以验证。

参考文献

[1] 赵磊，潘洁，李理总，等.2019—2022年青岛市精神卫生中心抗抑郁药使用情况分析[J]. 现代药物与临床，2023，38（2）：442-447.

[2] Castillo-Zacarías C，Barocio M E，Hidalgo-Vázquez E，et al.Antidepressant drugs as emerging contaminants：occurrence in urban and non-urban waters and analytical methods for their detection[J/OL].Sci Total Environ，2021，757[2026-09-04].https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143722.

[3] 李娜，吕娟. 水环境中典型抗抑郁药物的分布与去除现状[J]. 能源研究与信息，2019，35（4）：194-199.

[4] Słoczyńska K，Orzeł J，Murzyn A，et al.Antidepressant pharmaceuticals in aquatic systems，individual-level ecotoxicological effects：growth，survival and behavior[J/OL].Aquat Toxicol，2023，260[2026-09-04].https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2023.106554.

[5] 王谢，马青青，卢素格，等. 郑州市河流中典型药物和个人护理品的污染特征及生态风险评价[J]. 环境与职业医学，2025，42（11）：1330-1335.

[6] 朱培元，于雪晴，何新辰，等. 南京水体中抗抑郁类药物的赋存及风险评估[J]. 环境监测管理与技术，2019，31（6）：37-41.

[7] Lu H J，Fan J P，Guo C S，et al.Estimating the prevalence of depression using wastewater-based epidemiology：a case study in Qinghai Province，West China[J/OL].Sci Total Environ，2023，882[2026-09-04].https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163303.

[8] 安琪，徐布一，罗莉娅，等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定城市污水中5种胺酮类新精神活性物质[J]. 分析试验室，2024，43（10）：1417-1422.

[9] 王浩加，李子琼，郑子帅，等. 不同水文时期河流中典型抗生素的分配系数及其在沉积物中的生态风险[J]. 环境科学学报，2026，46（1）：178-193.

[10] Christophoridis C，Veloutsou S，Mitsika E，et al.Determination of illicit drugs and psychoactive pharmaceuticals in wastewater from the area of Thessaloniki（Greece）using LC-MS/MS：estimation of drug consumption[J/OL].Environ Monit Assess，2021，193（5）[2026-09-04].https://doi.org/10.1007/s10661-021-09035-9.

[11] 卞战强，夏云婷，于建，等. 某市污水处理厂进出水中抗抑郁药的污染水平及生态风险研究[J]. 环境与健康杂志，2021，38（3）：229-232.

[12] Laimou-Geraniou M，Quireyns M，Boogaerts T，et al.Retrospective spatiotemporal study of antidepressants in Slovenian wastewaters[J/OL].Sci Total Environ，2023，903[2026-09-04].https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166586.

[13] Boogaerts T，Quireyns M，De Loof H，et al.Do the lockdown-imposed changes in a wastewater treatment plant catchment's socio-demographics impact longitudinal temporal trends in psychoactive pharmaceutical use?[J/OL].Sci Total Environ，2023，876[2026-09-04].https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162342.

收稿日期：2026-06-08 **修回日期**：2026-09-04 **本文编辑**：刘亚敏

（上接第957页）

[5] 吴萃，陈秋艳，万金豹.2018年上海市宝山区脑卒中高危人群筛查结果分析[J]. 实用预防医学，2020，27（10）：1207-1209，1281.

[6] World Health Organization.The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders：clinical descriptions and diagnostic guidelines[M].Geneva：WHO，1992.

[7] Anselin L.Local indicators of spatial association：LISA[J].Geogr Anal，1995，27（2）：93-115.

[8] 陈晓荣，颜流霞，厚磊，等.2015—2019年中国居民脑卒中发病与死亡特征分析[J]. 中国循环杂志，2024，39（5）：470-476.

[9] 徐秋霞，沈怡，熊建菁，等.2012—2019年上海市静安区监测人群脑卒中流行病学特征分析[J]. 预防医学情报杂志，2021，37（10）：1340-1344.

[10] 苏旭燕，王玉琢，吴毅凌，等.2017—2022年上海市松江区脑卒中发病流行特征[J]. 上海预防医学，2024，36（11）：1065-1069.

[11] Potter T B H，Tannous J，Vahidy F S.A contemporary review of epidemiology，risk factors，etiology，and outcomes of premature stroke[J].Curr Atheroscler Rep，2022，24（12）：939-948.

[12] Salaudeen M A，Bello N，Danraka RN，et.al.Understanding the pathophysiology of ischemic stroke：the basis of current therapies and opportunity for new ones[J/OL].Biomolecules，2024，14（3）[2026-07-23].http://doi.org/10.3390/biom14030305.

[13] 董文娇，赖凤霞，令垚，等.1990—2021年中国居民脑卒中及其亚型发病和死亡趋势分析[J]. 中国公共卫生，2025，41（5）：599-605.

[14] 张伟伟，秦绪成，李伟伟，等.2014—2020年连云港市脑卒中发病趋势分析[J]. 预防医学，2022，34（9）：932-936，950.

[15] 李季，王梅，张丽丽，等.2015—2022年济宁市脑卒中发病趋势[J]. 预防医学，2024，36（11）：984-987.

[16] 任露露，顾嘉昌，闵艺璇，等.2016—2023年宜兴市脑卒中发病趋势分析[J]. 预防医学，2025，37（5）：498-502.

[17] 郭雨欣，姜俊豪，曹芳，等.2019年中国脑卒中性别和年龄别疾病负担及其危险因素[J]. 中南大学学报（医学版），2023，48（8）：1217-1224.

[18] 李博，林怀印，张文达，等. 青年急性缺血性脑卒中发病危险因素分析[J]. 内科急危重症杂志，2025，31（4）：356-360.

收稿日期：2026-04-02 **修回日期**：2026-07-23 **本文编辑**：刘颖颖