

DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20252075

· 论著 ·

# 超强台风“摩羯”登陆文昌后特殊病原菌感染的流行病学特征及其耐药性

陈 净<sup>1</sup>, 苏秀莹<sup>2</sup>, 田 佳<sup>3</sup>, 杨召伍<sup>1</sup>, 陈 山<sup>1</sup>, 郑常睿<sup>3</sup>

(1. 海南省文昌市人民医院重症医学科,海南 文昌 571300; 2. 海南省文昌市人民医院检验科,海南 文昌 571300; 3. 海南医科大学附属海南医院重症医学科,海南 海口 570311)

**[摘要]** 目的 研究超强台风“摩羯”灾后文昌地区特殊病原菌感染的流行病学特征,为灾区感染性疾病的诊治和防控提供依据。方法 回顾性分析台风登陆前(2024年8月6日—9月5日)、后(2024年9月6日—10月5日)组及历史同期组(A2023、B2022、C2021、D2020、E2019,2019—2023年每年9月6日—10月5日)共7个组9种人兽共患病原菌和条件致病菌感染患者的临床特征和病原菌数据,比较分析患者的流行病学特征、病原菌分布及菌株耐药性等。结果 台风登陆后组检出26例感染患者,整体感染率高于除B2022组外的所有组(均P<0.05)。病例主要分布于沿海地区;感染途径以医院外为主(88.5%);男性占80.8%,农民占53.9%,69.2%的病例在台风后10 d内发生。感染部位以多部位合并感染、血流感染和软组织感染为主。主要病原菌对常用抗菌药物保持较高敏感性。临床初始经验性抗菌药物使用准确率偏低(登陆后45.5% VS 既往同期62.8%)。临床治愈率降至76.9%,病死率升至7.7%。假鼻疽伯克霍尔德菌和肾脏钩端螺旋体感染者病死率分别为25.0%、50.0%。**结论** 台风灾后特殊病原菌感染显著增加且预后较差,建议重视血培养和分子生物学检测,以实现早期诊断和精准治疗,完善防控措施并提高临床经验性用药的准确性。

**[关键词]** 超强台风; 病原菌; 流行病学特征; 耐药性; 分子诊断; 气候变化**[中图分类号]** R181.3<sup>\*</sup>2

## Epidemiological characteristics and antimicrobial resistance of special pathogenic infection following super typhoon “Yagi” landfall in Wenchang

CHEN Jing<sup>1</sup>, SU Xiuying<sup>2</sup>, TIAN Jia<sup>3</sup>, YANG Zhaowu<sup>1</sup>, CHEN Shan<sup>1</sup>, ZHENG Changrui<sup>3</sup>(1. Department of Critical Care Medicine, People's Hospital of Wenchang City of Hainan Province, Wenchang 571300, China; 2. Department of Laboratory Medicine, People's Hospital of Wenchang City of Hainan Province, Wenchang 571300, China; 3. Department of Critical Care Medicine, Hainan Medical University Hainan Hospital, Haikou 570311, China)

**[Abstract]** **Objective** To study the epidemiological characteristics of special pathogenic infection in Wenchang area following the super typhoon “Yagi” disaster, and provide basis for the diagnosis, treatment, prevention and control of infectious diseases in disaster-affected areas. **Methods** Clinical characteristics and pathogenic data of 7 groups of patients infected with 9 species of zoonotic pathogens and opportunistic pathogens were analyzed retrospectively. The 7 groups included: pre-typhoon landfall group (August 6 to September 5, 2024), post-typhoon landfall group (September 6 to October 5, 2024), and groups in the past years of the same period (A2023, B2022, C2021,

[收稿日期] 2025-01-21

[基金项目] 海南省自然科学基金项目(825RC872);海南省人民医院国家自然科学基金培育530工程面上项目(2022MSXM09)

[作者简介] 陈净(1988-),女(汉族),贵州省遵义市人,副主任医师,主要从事重症感染疾病的预后研究。

[通信作者] 田佳 E-mail: 5298439@qq.com

D2020, E2019, September 6 to October 5 of each year in 2019–2023). Epidemiological characteristics of patients as well as distribution and resistance of pathogens were compared and analyzed. **Results** In post-typhoon landfall group, 26 patients were infected. The overall infection rate of the post-typhoon landfall group was higher than all groups except B2022 group (all  $P < 0.05$ ). The infected cases mainly distributed in coastal areas. The main route of infection was outside the hospital (88.5%). Male accounted for 80.8%, agricultural workers accounted for 53.9%, and 69.2% of the cases occurred within 10 days after the typhoon. The major infection sites were multiple site co-infection, bloodstream infection, and soft tissue infection. The main pathogens maintained high sensitivity to commonly used antimicrobial agents. The accuracy of clinical initial empirical antimicrobial use was relatively low (45.5% in post-typhoon landfall group vs 62.8% in the groups of the same period in the past). The clinical cure rate decreased to 76.9%, and mortality increased to 7.7%. The mortality of patients infected with *Burkholderia pseudomallei* and kidney infected with *Leptospira* were 25.0% and 50.0%, respectively. **Conclusion** After typhoon disaster, special pathogen infection significantly increases and the prognosis is poor. It is recommended to emphasize blood culture and molecular biology testing to facilitate early diagnosis and precise treatment, optimize prevention and control measures, and enhance the accuracy of clinical empirical medication.

**[Key words]** super typhoon; pathogen; epidemiological characteristics; antimicrobial resistance; molecular diagnosis; climate change

海南省是我国台风灾害频发地区,尤其文昌市经常遭受台风袭击。2010—2014年海南遭遇的9次台风中有5次在文昌登陆。近6年海南未遭遇强台风直接登陆,而2024年第11号超强台风“摩羯”于9月6日在文昌市登陆,陆上最大阵风达66.7 m/s(17级以上),是1949年以来秋季登陆我国的最强台风。

尽管台风本身并非直接导致感染性疾病的病因,但灾后气候、环境剧变(如温度和湿度的变化,水和食物链污染,动物栖息地破坏,媒介生物扩散,外伤增加导致伤口感染风险上升,医疗机构环境和设施设备遭损坏或污染致医院感染暴发等)破坏人类、动物和环境健康的互联性,还可能叠加宿主脆弱性(如精神心理问题、慢性病恶化等致免疫力下降),为条件致病菌感染创造机会,也可能导致人兽共患病暴发<sup>[1]</sup>。人兽共患病的传播不仅可能导致新发传染病的出现,还增加了疫情暴发的潜在风险<sup>[1]</sup>。研究<sup>[2-6]</sup>表明,台风过后可出现类鼻疽和钩端螺旋体病等疾病暴发,且疾病谱比常规感染更为复杂。目前,国内对台风灾后感染性疾病的研究主要集中在手足口病和感染性腹泻等方面<sup>[7-10]</sup>,而对灾后特殊病原菌如条件致病菌和人兽共患病原菌的流行病学特征及诊治策略的系统性研究仍显不足。

文昌市人口超过50万,此次超强台风造成严重

灾害,灾后各种外伤和感染性疾病的發生,给当地医疗系统带来了巨大挑战。特别是在全球气候变化背景下,极端天气事件频发,相关感染性疾病的防控形势日趋严峻。为此,2025年初,我国国家疾病预防控制局与国家发展和改革委员会等发布了《公众气候变化健康适应行动指南》<sup>[11]</sup>和《国家气候变化健康适应行动方案(2024—2030年)》<sup>[12]</sup>,凸显研究台风灾后特殊病原菌感染的重要理论和实践意义。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 采用回顾性队列研究设计,选取台风“摩羯”登陆后1个月(2024年9月6日—10月5日)某院门急诊及住院患者中检出特殊病原菌的病例作为研究组(登陆后组)。根据病原学特征和致病性,重点关注两类特殊病原菌:人兽共患病原菌(如假鼻疽伯克霍尔德菌、肾脏钩端螺旋体、沙门菌群、嗜水气单胞菌)和条件致病菌(如阴沟肠杆菌、黏质沙雷菌、产气肠杆菌、摩氏摩根菌摩氏亚种、温和气单胞菌)。对照组包括:台风登陆前组(2024年8月6日—9月5日)和历史同期组A2023、B2022、C2021、D2020、E2019(2019—2023年每年9月6日—10月5日)检出特殊病原菌的病例。剔除同一患者7d内重复分离的同种菌株。

## 1.2 试验方法

1.2.1 标本采集与实验室检测 按照《全国临床检验操作规程》第四版<sup>[13]</sup>要求进行标本采集和处理。血培养采用法国梅里埃 Bact/ALERT 3D 全自动血培养仪及配套血培养瓶, 培养 5 d 未报阳性判定为阴性。阳性标本转种于血平板、中国蓝平板(安图公司)培养。粪便标本接种血平板、麦康凯平板、SS 平板, 经碱性蛋白胨水增菌后转种 TCBS 平板。尿、分泌物和伤口拭子标本均接种血平板和中国蓝平板培养。

1.2.2 病原菌鉴定及药敏试验 采用 VITEK 2 Compact 全自动微生物分析系统(Bio-Merieux, Inc)进行细菌鉴定和药敏试验, 结果判定参照美国临床实验室标准化协会(CLSI)2018—2023 版标准。

1.2.3 分子生物学检测 血标本宏基因捕获法(MetaCAP)二代测序由海南金域医学检验中心完成, 使用 KM MiniSeqDx-CN 二代测序仪。脑脊液宏基因组二代测序(mNGS)由广州予果医学检验实验室有限公司完成, 使用 Nextseq-CN500 测序仪。

1.3 观察指标 收集并分析以下指标。①人口学特征: 年龄、性别、住址、职业; ②临床特征: 基础疾病、发病时间、感染途径和部位、病原学标本类型、住院日数、临床预后; ③病原菌耐药性; ④临床初始经验性抗菌药物使用准确率。相关判断标准<sup>[14]</sup>如下。①感染治愈: 体温正常、症状消退 72~96 h, 有局部病灶者感染灶控制或完全消散, 复查相关标本培养转阴性, 达到停止抗菌药物的指征。②感染好转: 症状好转, 炎症指标下降, 但未达到感染治愈标准; ③初始经验性用药准确: 正在使用的抗菌药物的药敏结果依据现行 CLSI 标准为敏感或中介, 但需排除因标本培养危急值报警调整用药时, 原抗菌治疗方案未覆盖危急值提示的病原菌谱系的情况。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。计量资料以中位数(四分位数) $M(P_{25}, P_{75})$ 表示, 采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数和百分比表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher

确切概率法。多组间比较采用单因素方差分析。应用 ArcGIS 10.8 软件进行空间分布分析, 绘制病例空间分布图。所有统计检验均为双侧检验,  $P \leq 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

2.1 感染病例检出情况及其临床特征 研究期间(2019—2024 年)共检出 9 种病原菌感染病例 81 例, 见表 1。7 组间感染率差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。台风登陆后组感染患者 26 例, 整体感染率高于除 B2022 组外的所有其他组(均  $P < 0.05$ )。登陆后组假鼻疽伯克霍尔德菌和沙门菌群感染率均高于登陆前组(均  $P < 0.05$ ), 且前者较 A2023 组增加( $P < 0.05$ ), 与 2020、2019 年相比, 登陆后组的整体感染风险增加了约 5 倍。此外, 台风后首次检出肾脏钩端螺旋体和温和气单胞菌, 而以往同期均未检出。

人口学特征分析显示, 登陆后组感染者年龄[57.0(42.3, 73.5)岁]较登陆前组[73.0(62.0, 78.0)岁]更低( $P < 0.05$ ); 性别构成男性高于女性(80.8% VS 19.2%); 登陆后组感染者基础疾病情况与登陆前组相比差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); 医院外感染比例高于登陆前组( $P < 0.05$ ), 但与各历史同期组差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); 感染部位以多部位合并感染、血流感染和软组织感染为主; 登陆后组患者的临床治愈率(76.9%)低于其他时期(81.3%~100%)。见表 2。

2.2 感染者的人群构成、地理和发病时间分布特征 人群类别包括农民、退休人员、工人、公务员、学生及婴幼儿。各时期均以农民为主要感染人群, 其次为退休人员和婴幼儿。登陆后组感染者的人群分布较其他组更为多样, 但仍以上述三类人群为主。见表 3。

病例分布的空间特征与台风影响强度的分布基本一致, 见图 1。感染病例主要集中在沿海地区, 其中, 文城镇最多, 东阁镇和东郊镇次之。

表 1 不同时期特殊病原菌感染病例检出情况及出院人数(例)

**Table 1** Detection of cases infected with special pathogens and the number of discharged patients in different periods (No. of cases)

项目	登陆后组	登陆前组	A2023 组	B2022 组	C2021 组	D2020 组	E2019 组	合计
<b>病原菌</b>								
假鼻疽伯克霍尔德菌	5	0	0	3	3	1	0	12
阴沟肠杆菌	7	7	3	5	2	2	3	29
沙门菌群	5	0	3	4	2	1	2	17
肾脏钩端螺旋体	2	0	0	0	0	0	0	2
嗜水气单胞菌	2	0	1	1	1	0	0	5
摩氏摩根菌摩氏亚种	2	0	1	3	0	0	0	6
黏质沙雷菌	1	1	0	0	3	0	0	5
温和气单胞菌	1	0	0	0	0	0	0	1
产气肠杆菌	1	1	1	0	1	0	0	4
<b>总病例数</b>	<b>26</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>81</b>
<b>出院人数</b>	<b>2 429</b>	<b>2 679</b>	<b>2 434</b>	<b>2 224</b>	<b>2 219</b>	<b>2 036</b>	<b>2 358</b>	<b>16 379</b>

表 2 不同时期特殊病原菌感染病例临床特征比较

**Table 2** Comparison of clinical characteristics in patients infected with special pathogens in different periods

监测指标	登陆后组	登陆前组	A2023 组	B2022 组	C2021 组	D2020 组	E2019 组
年龄 [ $M(P_{25}, P_{75})$ , 岁]	57.0(42.3, 73.5)	73.0(62.0, 78.0)	65.0(53.0, 75.5)	61.0(37.3, 73.5)	72.5(51.8, 84.8)	59.5(14.0, 82.5)	57.0(28.0, 72.5)
男[例(%)]	21(80.8)	7(77.8)	8(88.9)	15(93.8)	8(66.7)	4(100)	2(40.0)
女[例(%)]	5(19.2)	2(22.2)	1(11.1)	1(6.2)	4(33.3)	0(0)	3(60.0)
患基础疾病[例(%)]	12(46.2)	5(55.6)	4(44.4)	8(50.0)	6(50.0)	1(25.0)	1(20.0)
医院内感染[例(%)]	3(11.5)	5(55.6)	3(33.3)	2(12.5)	4(33.3)	1(25.0)	2(40.0)
医院外感染[例(%)]	23(88.5)	4(40.4)	6(66.7)	14(87.5)	8(66.7)	3(75.0)	3(60.0)
血流感染 <sup>#</sup> [例(%)]	10(27.0)	1(9.1)	1(10.0)	2(11.1)	3(18.8)	2(33.3)	0(0)
肺部感染 <sup>#</sup> [例(%)]	9(24.3)	1(9.1)	2(20.0)	3(16.7)	3(18.8)	1(16.7)	0(0)
泌尿系统感染 <sup>#</sup> [例(%)]	2(5.4)	2(18.2)	1(10.0)	4(22.2)	2(12.5)	0(0)	1(16.7)
软组织感染 <sup>#</sup> [例(%)]	12(32.5)	6(54.5)	4(40.0)	5(27.8)	5(31.2)	2(33.3)	3(50.0)
胃肠道感染 <sup>#</sup> [例(%)]	4(10.8)	1(9.1)	2(20.0)	4(22.2)	3(18.8)	1(16.7)	2(33.3)
合并多部位感染[例(%)]	11(42.3)	2(20.2)	1(11.1)	2(12.5)	4(33.3)	2(50.0)	1(20.0)
住院日数 [ $M(P_{25}, P_{75})$ , d]	8.5(5.0, 21.3)	9.0(2.5, 29.5)	9.0(4.5, 10.5)	6.5(2.3, 16.8)	7.0(4.3, 11.8)	6.0(4.3, 29.5)	13.0(4.5, 14.0)
预后[例(%)]							
治愈	20(76.9)	9(100)	9(100)	13(81.3)	10(83.4)	4(100)	5(100)
好转和自动出院	4(15.4)	0(0)	0(0)	2(12.5)	1(8.3)	0(0)	0(0)
死亡	2(7.7)	0(0)	0(0)	1(6.2)	1(8.3)	0(0)	0(0)

注: # 表示以同组总感染例次数为分母计算。

发病时间主要集中在台风登陆后 10 d 内, 其中第 1~5 天和第 6~10 天均为 9 例(共占 69.2%), 此后发病例数明显减少, 第 22 天后未见新发病例,

提示台风对感染风险的影响主要集中在灾后早期, 持续约 3 周, 见图 2。

表 3 不同时期特殊病原菌感染病例的人群构成分布[例(%)]

Table 3 Population distribution of patients infected with special pathogens in different periods (No. of cases [%])

人群类别	登陆后组	登陆前组	A2023 组	B2022 组	C2021 组	D2020 组	E2019 组	合计
农民	14(53.9)	9(100)	5(55.6)	11(68.8)	8(66.7)	3(75.0)	4(80.0)	54(66.7)
退休人员	4(15.4)	0(0)	3(33.3)	1(6.2)	2(16.7)	0(0)	0(0)	10(12.3)
工人	3(11.5)	0(0)	0(0)	2(12.5)	1(8.3)	0(0)	0(0)	6(7.4)
学生	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(20.0)	1(1.2)
婴儿、新生儿	4(15.4)	0(0)	1(11.1)	2(12.5)	1(8.3)	1(25.0)	0(0)	9(11.1)
公务员	1(3.8)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1.2)
合计	26(100)	9(100)	9(100)	16(100)	12(100)	4(100)	5(100)	81(100)

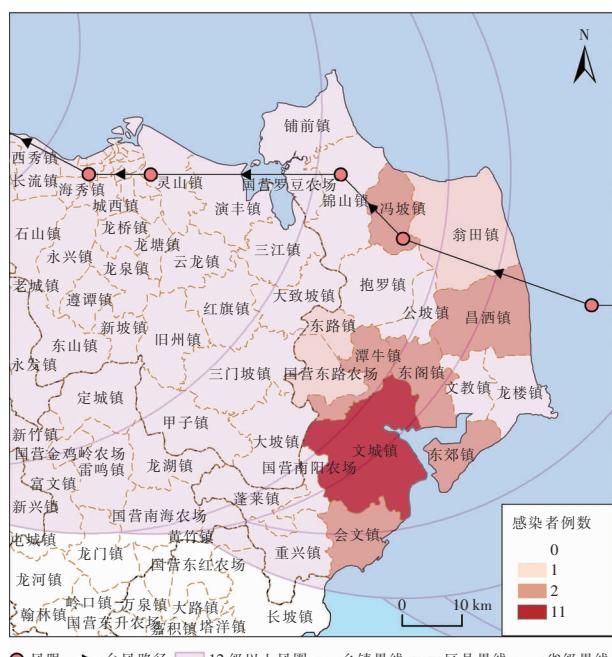


图 1 台风“摩羯”登陆后 1 个月内特殊病原菌感染病例的地理分布特征

Figure 1 Geographical distribution of patients infected with special pathogens within one month after typhoon “Yagi”

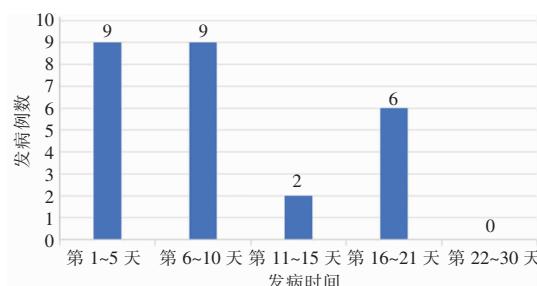


图 2 台风“摩羯”登陆后特殊病原菌感染者的发病时间分布

Figure 2 Distribution of disease onset time of patients infected with special pathogens after typhoon “Yagi”

2.3 病原学标本分布和重点病原菌感染者的临床预后 研究期间共采集标本 88 份, 见表 4。整体以伤口拭子/分泌物为主, 其次为血和粪便。登陆后组血标本比例高于登陆前组, 但差异无统计学意义, 提示重症感染增加。重点关注的 4 种病原菌呈现不同的标本分布特征和预后, 见表 5。假鼻疽伯克霍尔德菌感染主要通过血培养确诊, 患者病死率达 25.0%。肾脏钩端螺旋体感染者均通过血液 MetaCAP 检测确诊, 患者病死率高达 50.0%。

表 4 不同时期病原学标本的分布特征[份(%)]

Table 4 Distribution characteristics of pathogenic specimens in different periods (No. of specimens [%])

标本类型	登陆后组	登陆前组	A2023 组	B2022 组	C2021 组	D2020 组	E2019 组	合计
痰	1(3.7)	0(0)	1(11.1)	2(10.5)	0(0)	0(0)	0(0)	4(4.5)
血	10(37.0)	1(9.1)	1(11.1)	3(15.8)	3(25.0)	2(40.0)	0(0)	20(22.7)
尿	1(3.7)	3(27.3)	1(11.1)	5(26.3)	2(16.7)	0(0)	0(0)	12(13.6)
粪便	4(14.8)	0(0)	2(22.2)	4(21.1)	3(25.0)	1(20.0)	2(40.0)	16(18.2)
伤口拭子/分泌物	11(40.8)	7(63.6)	4(44.5)	5(26.3)	4(33.3)	2(40.0)	3(60.0)	36(40.9)
合计	27(100)	11(100)	9(100)	19(100)	12(100)	5(100)	5(100)	88(100)

表 5 重点病原菌的检测标本分布及临床预后[份(%)]

Table 5 Distribution of key pathogen specimens and clinical prognosis (No. of specimens [%])

病原菌	血	伤口拭子/分泌物	痰	尿	粪便	总病例数	死亡	治愈	好转
假鼻疽伯克霍尔德菌	10(71.5)	1(7.1)	2(14.3)	1(7.1)	0(0)	12	3(25.0)	8(66.7)	1(8.3)
阴沟肠杆菌	1(3.3)	25(83.3)	0(0)	4(13.3)	0(0)	29	0(0)	28(96.6)	1(3.4)
沙门菌群	4(21.1)	0(0)	0(0)	0(0)	15(78.9)	17	0(0)	16(94.1)	1(5.9)
肾脏钩端螺旋体	2(100)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2	1(50.0)	1(50.0)	0(0)

2.4 主要病原菌耐药性和临床经验性抗菌药物使用的准确性分析 对研究期间分离的主要病原菌进行药敏分析显示,假鼻疽伯克霍尔德菌对头孢他啶、多西环素、亚胺培南和复方磺胺甲噁唑均敏感。阴沟肠杆菌仅对头孢呋辛呈高耐药性(耐药率为 80.0%),对亚胺培南敏感,对喹诺酮类和第三代头孢菌素类耐药率为 6.3%~23.8%。18 株沙门菌群均对阿奇霉素耐药,但对第三代头孢菌素类和喹诺酮类均敏感。嗜水气单胞菌对头孢哌酮/舒巴坦、哌

拉西林/他唑巴坦的耐药率分别为 37.5%、40.0%。

研究期间共纳入 73 例使用抗菌药物的病例(剔除未做药敏试验和未使用抗菌药物病例各 4 例),见表 6。整体用药准确率为 54.8%。值得注意的是,登陆后组检出病原菌种类数为 9 种,而登陆前组和历史同期组仅为 2~5 种。登陆后组经验性用药的整体准确率为 45.5%,而以往历史同期组为 50.0%~100%,提示灾后抗菌药物的经验性选择面临挑战。

表 6 不同时期经验性抗菌药物使用的准确率[%]

Table 6 Accuracy rate of empirical antimicrobial use in different periods (%)

病原菌	登陆后组	登陆前组	A2023 组	B2022 组	C2021 组	D2020 组	E2019 组	合计
假鼻疽伯克霍尔德菌	40.0(2/5)	-	-	0(0/3)	66.7(2/3)	100(1/1)	-	41.7(5/12)
阴沟肠杆菌	0(0/6)	16.7(1/6)	33.3(1/3)	75.0(3/4)	0(0/1)	100(2/2)	66.7(2/3)	36.0(9/25)
沙门菌群	100(4/4)	-	100(3/3)	100(4/4)	100(2/2)	100(1/1)	50.0(1/2)	93.8(15/16)
肾脏钩端螺旋体	100(1/1)	-	-	-	-	-	-	100(1/1)
嗜水气单胞菌	50.0(1/2)	-	100(1/1)	0(0/1)	0(0/1)	-	-	40.0(2/5)
摩氏摩根菌摩氏亚种	50.0(1/2)	-	100(1/1)	33.3(1/3)	-	-	-	50.0(3/6)
黏质沙雷菌	0(0/1)	100(1/1)	-	-	33.3(1/3)	-	-	40.0(2/5)
产气肠杆菌	100(1/1)	100(1/1)	100(1/1)	-	-	-	-	100(3/3)
合计	45.5(10/22)	37.5(3/8)	77.8(7/9)	53.3(8/15)	50.0(5/10)	100(4/4)	60.0(3/5)	54.8(40/73)

注: - 代表该时段未检测到该菌。

加,且台风等级越高,感染病例越多。

本研究流行病学分析显示,感染者以男性(80.8%)和农民(53.9%)为主,这可能与男性和农民群体在灾后重建中暴露机会较大有关。感染者基础疾病在登陆前、后组间差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),提示健康人群在灾后重建过程中也面临感染风险。台风登陆后组医院外感染比率(88.5%)明显增高,可能与灾后环境改变导致病原菌暴露增加有关。感染部位以软组织感染为主(32.5%),与既往研究<sup>[15]</sup>报道的台风后外伤以软组织挫伤为主(77.01%)相符。感染病例在时间分布上呈现明显规律,69.2% 的病例集中在台风后 10 d 内,而第

### 3 讨论

3.1 台风灾后特殊病原菌感染的流行病学特征 本研究发现,超强台风“摩羯”登陆后组特殊病原菌感染病例增多,病原谱较往年更加复杂;首次检出肾脏钩端螺旋体感染病例;假鼻疽伯克霍尔德菌感染较 A2023 组增加( $P < 0.05$ )。该结论与既往研究结果相符:2005 年台风“海棠”和 2009 年台风“莫拉克”登陆台湾后<sup>[2-4]</sup>,2014 年热带气旋“Bejisa”登陆法国留尼旺岛后<sup>[5]</sup>,以及 1996 年飓风“Hortense”袭击波多黎各后<sup>[6]</sup>,均观察到类鼻疽、钩体病显著增

22 天后无新发病例,这可能与病原菌潜伏期和环境暴露程度逐渐降低有关,与既往研究<sup>[7,16]</sup>报道的台风过后 1~2 周内是感染高发期一致。感染病例地理分布主要集中在沿海地区,提示环境因素在感染发生中的重要作用。

值得注意的是,台风后血流感染和多部位合并感染较多,提示台风灾后感染倾向于出现更严重的临床表现。这可能与以下因素有关:①灾后环境暴露增加病原体侵入机会;②医疗资源调配或灾后道路不通等导致就医延迟,影响及时诊治;③特殊环境下病原体毒力可能增强。

### 3.2 重点病原菌感染的临床特征分析

**3.2.1 假鼻疽伯克霍尔德菌感染** 假鼻疽伯克霍尔德菌感染引起的类鼻疽病是一种人兽共患传染病,当人畜接触被该菌污染的水源或土壤后,通过伤口污染或气溶胶传播等途径感染致病。该菌主要侵犯血液和肺<sup>[17]</sup>,我国海南、广东等地为主要疫源地<sup>[18]</sup>。台风“威马逊”后,海口某医院 1 个月内诊断 5 例类鼻疽病病例(病死率 60.0%)<sup>[19]</sup>,另外某 3 所医院 2 个月内共诊断 16 例(病死率 50.0%)<sup>[20]</sup>。

本研究发现 2019—2024 年期间共 12 例病例,其中,男性 11 例,7 例合并糖尿病,8 例为农民,与既往研究<sup>[17,21-22]</sup>报道的高危因素相符;病原学检测以血培养为主;累及血液、肺部和软组织的分别为 10、9 和 3 例,总体病死率 25.0%;登陆后组检出 5 例(病死率 20.0%),均有糖尿病,其中 3 例农民,1 例公务员。值得注意的是,该公务员台风前骑车摔伤右膝致局部皮肤破损,台风后下基层参与灾后重建,伤口可能为病原菌入侵途径,治疗 21 d 后最终死亡,提示即使是轻微外伤在特殊环境下也可能导致严重后果,突显该病的严重性。药敏结果显示,该菌无耐药现象,但临床经验性用药准确率仅 41.7%,提示临床对类鼻疽病的诊治经验极度匮乏,亟需提高。临幊上因症状非特异性易误诊,建议台风时节对出现不明原因发热、咳嗽、气促等症状者,特别是农民和糖尿病患者,要高度警惕该病。

**3.2.2 肾脏钩端螺旋体感染** 肾脏钩端螺旋体又名问号钩端螺旋体,其感染(钩体病)是我国法定乙类传染病,属典型的人兽共患病和自然疫源性疾病。该病主要以野生鼠、猪、牛和家禽等为传染源,人类经接触感染动物的体液或疫水而感染。研究<sup>[23-25]</sup>显示,感染者中农民占比最高,感染后可出现发热、肌痛、黄疸等症状,重者可致肺出血、急性肾衰竭、脑膜炎、弥散性血管内凝血(disseminated intravascular

coagulation, DIC)、休克等。2010—2022 年全国报告病例的病死率为 1.07%<sup>[25]</sup>,但也有超过 10% 的报道<sup>[26]</sup>。

本研究中,该菌感染者虽仅 2 例,但均为雨水型,有明确的家禽接触史(每日饲养鸡、鸭),均于台风后第 9 天发病。其中 1 例来自东阁镇的农民,入院时血小板低至  $9 \times 10^9/L$ ,4 h 内出现休克,在钩体病的临床分型中合并肺出血型、黄疸出血型和肾衰竭型,经有创机械通气、抗感染、血浆置换、连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)等,后期出现 DIC,全身出血,治疗 22 d 后死亡,证实了该病在台风灾后的致命性。另 1 例来自冯坡镇的退休人员,在钩体病的临床分型中合并肾衰竭型和脑膜脑炎型,格拉斯哥昏迷评分法(Glasgow coma scale, GCS)评分最低 5 分,经治疗 28 d 后痊愈。值得注意的是,常规培养难以检出该菌,这两例患者均通过血 MetaCAP 确诊,其中 1 例脑脊液 mNGS 也检出该菌,而常规培养均呈阴性,凸显了分子生物学检测方法在难培养病原体诊断中的重要价值。

**3.2.3 其他重要病原菌感染** 登陆后组 7 例患者检出阴沟肠杆菌。该菌对绝大多数抗菌药物保持高度敏感,但临床经验性用药准确率仅 36.0%,提示临幊医生对其耐药谱的认识不足,经验诊治水平有待提高。台风后沙门菌群感染明显增加,5 例患者检出该菌群,其中 4 例为 24 d~11 个月的患儿,症状均以腹泻为主,与既往台风月份感染性腹泻发病率升高的报道<sup>[9, 15, 27]</sup>相符,可能与饮食和水源灾后被污染有关。

**3.3 耐药性和临床经验性用药分析** 本研究中,4 种病原菌(假鼻疽伯克霍尔德菌、阴沟肠杆菌、沙门菌群、嗜水气单胞菌)对常用抗菌药物保持较高敏感性,但登陆后组经验性用药的总体准确率(45.5%)低于历史同期组(62.8%),可能原因包括:①灾后特殊病原菌感染增多,超出常规经验;②基层医疗机构对耐药谱认识不足;③检验报告延迟影响用药调整。因此,应加强对特殊病原菌的监测和临床培训,制定灾后感染的规范化诊治流程。

**3.4 预后及治疗分析** 登陆后组临床治愈率较其他组别降低,病死率较除 C2021 组外的其他组升高。2019—2024 年研究期间共 4 例死亡,而其中 2 例发生在登陆后组(分别感染假鼻疽伯克霍尔德菌和肾脏钩端螺旋体),另 2 例为既往类鼻疽病患者。较低的临床治愈率可能与以下因素有关:①特殊病

原菌感染增多;②临床诊治经验不足;③初始经验性用药准确率低;④重症感染比例增加。

综上所述,台风灾后特殊病原菌感染显著增加,病原谱较往年更复杂,尤其是假鼻疽伯克霍尔德菌和肾脏钩端螺旋体感染病例的增加值得关注。基于本研究结果,建议在台风灾害多发地区采取以下防控措施:①构建特殊病原菌监测网络,加强对高危人群的主动筛查;②完善分子诊断平台建设,提高病原学诊断能力,以实现早期诊断和精准治疗;③制定灾后感染防控和规范化诊疗指南,提高经验性用药的准确性;④开展临床医生培训,提升对特殊病原菌感染的认知和诊治水平。这些措施的实施将有助于提高台风灾后感染性疾病的防控效果,降低疾病负担。

**利益冲突:**所有作者均声明不存在利益冲突。

## [参考文献]

- [1] 叶青,王秋红,吴安华.气候变化带来的健康风险与感染防控面临的挑战[J].中国感染控制杂志,2025,24(2):149–157.  
Ye Q, Wang QH, Wu AH. Health risks and challenges to infection prevention and control posed by climate change [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2025, 24(2): 149 – 157.
- [2] Su HP, Chou CY, Tzeng SC, et al. Possible typhoon-related melioidosis epidemic, Taiwan, 2005[J]. Emerg Infect Dis, 2007, 13(11): 1795 – 1797.
- [3] Su HP, Chan TC, Chang CC. Typhoon-related leptospirosis and melioidosis, Taiwan, 2009[J]. Emerg Infect Dis, 2011, 17(7): 1322 – 1324.
- [4] Lin CY, Chiu NC, Lee CM. Leptospirosis after typhoon[J]. Am J Trop Med Hyg, 2012, 86(2): 187 – 188.
- [5] Vilain P, Pagès F, Combes X, et al. Health impact assessment of cyclone Bejisa in Reunion Island (France) using syndromic surveillance[J]. Prehosp Disaster Med, 2015, 30(2): 137 – 144.
- [6] Sanders EJ, Rigau-Pérez JG, Smits HL, et al. Increase of leptospirosis in dengue-negative patients after a hurricane in Puerto Rico in 1996 (Correction of 1966)[J]. Am J Trop Med Hyg, 1999, 61(3): 399 – 404.
- [7] 荀换苗. 2005—2011 年广东省热带气旋对传染病的影响研究[D]. 济南: 山东大学, 2015.  
Xun HM. Impacts of tropical cyclones on infectious diseases in Guangdong Province, 2005 – 2011[D]. Jinan: Shandong University, 2015.
- [8] 康瑞华. 2008—2013 年登陆广东、福建、海南的热带气旋对手足口病的影响[D]. 济南: 山东大学, 2016.  
Kang RH. Impacts of tropical cyclones on hand, foot and mouth disease in Guangdong, Fujian and Hainan Provinces, 2008 – 2013[D]. Jinan: Shandong University, 2016.
- [9] 刘健,曹丽娜,王善青,等. 2010—2014 年海口市台风对感染性腹泻影响研究[J]. 预防医学论坛, 2016, 22(9): 641 – 644, 648.  
Liu J, Cao LN, Wang SQ, et al. Survey on the impact of typhoon on the incidence of infective diarrhea, Haikou city, 2010 – 2014[J]. Preventive Medicine Tribune, 2016, 22(9): 641 – 644, 648.
- [10] 陈庚,张辉国,黄蕊芳. 气象因素对中国大陆手足口病影响的时空异质特征探究[J]. 中国感染控制杂志, 2025, 24(2): 158 – 167.  
Chen G, Zhang HG, Huang RF. Spatiotemporal heterogeneity of meteorological factors on the incidence of hand-foot-and-mouth disease in the mainland of China[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2025, 24(2): 158 – 167.
- [11] 国家疾病预防控制局卫生与免疫规划司. 公众气候变化健康适应行动指南[J]. 中国感染控制杂志, 2025, 24(2): 284 – 289.  
Department of Health and Immunization Planning, National Disease Control and Prevention Administration. Public health adaptation to climate change: action guidelines[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2025, 24(2): 284 – 289.
- [12] 国家疾病预防控制局 国家发展改革委 财政部. 国家气候变化健康适应行动方案(2024—2030 年)[J]. 中国感染控制杂志, 2025, 24(2): 282 – 283.  
National Disease Control and Prevention Administration, National Development and Reform Commission, Ministry of Finance of the People's Republic of China. National action plan for health adaptation to climate change (2024 – 2030)[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2025, 24(2): 282 – 283.
- [13] 尚红,王毓三,申子瑜. 全国临床检验操作规程[M]. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2015.  
Shang H, Wang YS, Shen ZY. National guide to clinical laboratory procedures [M]. 4th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2015.
- [14] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 关于印发抗菌药物临床应用指导原则(2015 年版)的通知: 国卫办医发〔2015〕43 号[EB/OL]. (2015 – 08 – 27)[2025 – 01 – 07]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s3593/201508/c18e1014de6c45ed9f6f9d592b43db42.shtml>.  
National Health Commission of the People's Republic of China. Notice on issuing the guiding principles for clinical application of antibiotics (2015 Edition): National Health Office Medical Development [2015] No. 43[EB/OL]. (2015 – 08 – 27) [2025 – 01 – 07]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s3593/201508/c18e1014de6c45ed9f6f9d592b43db42.shtml>.
- [15] 姜丽萍,王玉玲,伍晓莹. 台风灾害引发疾病特征及救护需求分析[J]. 中国公共卫生, 2011, 27(10): 1322 – 1323.  
Jiang LP, Wang YL, Wu XY. Epidemics of disease and needs for emergency rescue after typhoon disaster[J]. Chinese Journal of Public Health, 2011, 27(10): 1322 – 1323.

- [16] 江肖蔚, 黄官平. 一起由台风引起的感染性腹泻暴发调查[J]. 海峡预防医学杂志, 2007, 13(4): 54–55.  
Jiang XW, Huang GP. Investigation of an outbreak of infectious diarrhea caused by typhoon[J]. Strait Journal of Preventive Medicine, 2007, 13(4): 54–55.
- [17] 谭云芳, 黄增光, 吴多荣, 等. 海南地区类鼻疽伯克霍尔德菌的药物敏感性分析[J]. 中国抗生素杂志, 2017, 42(5): 401–407.  
Tan YF, Huang ZG, Wu DR, et al. Antimicrobial susceptibility of *Burkholderia pseudomallei* isolated from Hainan patients[J]. Chinese Journal of Antibiotics, 2017, 42(5): 401–407.
- [18] 魏佳慧, 吴虹霖, 于杜娟. 北方地区类鼻疽伯克霍尔德菌肺炎及菌血症 1 例及文献复习[J]. 中国实验诊断学, 2020, 24(10): 1683–1686.  
Wei JH, Wu HL, Yu DJ. *Burkholderia pseudomallei* pneumonia and bacteremia in northern China: a case report and literature review[J]. Chinese Journal of Laboratory Diagnosis, 2020, 24(10): 1683–1686.
- [19] 麦文慧, 陈海, 朱雄, 等. 威马逊台风经过地区集中出现的五例类鼻疽流行病学分析[J]. 海南医学, 2016, 27(10): 1695–1697.  
Mai WH, Chen H, Zhu X, et al. Epidemiological analysis of 5 cases of melioidosis in affected areas of Typhoon Rammasun [J]. Hainan Medical Journal, 2016, 27(10): 1695–1697.
- [20] 郑霄, 王鲁茜, 朱雄, 等. 强台风后类鼻疽发病情况及临床菌株分子特征的初步分析[J]. 疾病监测, 2016, 31(8): 628–632.  
Zheng X, Wang LQ, Zhu X, et al. Preliminary study on incidence of melioidosis and molecular characteristics of clinical strains of *Burkholderia pseudomallei* after Typhoon Ramm-sun attack[J]. Disease Surveillance, 2016, 31(8): 628–632.
- [21] 陈净, 何昌华, 杨召伍, 等. 类鼻疽伯克霍尔德菌致重症肺炎并发脓毒症死亡 1 例[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(10): 1495–1499.  
Chen J, He CH, Yang ZW, et al. One death case of severe pneumonia complicated with sepsis induced by *Burkholderia pseudomallei*[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2023, 33(10): 1495–1499.
- [22] 朱雄, 陈海, 李沙, 等. 海南省类鼻疽伯克霍尔德菌的分子流行病学特征分析[J]. 中国人兽共患病学报, 2020, 36(2): 110–117.  
Zhu X, Chen H, Li S, et al. Investigation of molecular epidemiological characteristics of *Burkholderia pseudomallei* in Hainan Province, China[J]. Chinese Journal of Zoonoses, 2020, 36(2): 110–117.
- [23] 韦蓉, 尹家祥. 钩端螺旋体病流行过程及其影响因素概述[J]. 中国人兽共患病学报, 2024, 40(3): 219–223.  
Wei R, Yin JX. Summary of leptospirosis prevalence and influencing factors[J]. Chinese Journal of Zoonoses, 2024, 40(3): 219–223.
- [24] 郭颂, 姚文武, 刘营, 等. 2018—2022 年浙江省钩端螺旋体病流行特征与时空聚集性分析[J]. 中国人兽共患病学报, 2024, 40(9): 855–859.  
Guo S, Yao WW, Liu Y, et al. Epidemiological characteristics and spatiotemporal clustering analysis of leptospirosis in Zhejiang Province from 2018 to 2022[J]. Chinese Journal of Zoonoses, 2024, 40(9): 855–859.
- [25] 师悦, 耿梦杰, 周升, 等. 2010—2022 年我国钩端螺旋体病流行病学特征[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2024, 36(2): 130–136.  
Shi Y, Geng MJ, Zhou S, et al. Epidemiological characteristics of leptospirosis in China from 2010 to 2022[J]. Chinese Journal of Schistosomiasis Control, 2024, 36(2): 130–136.
- [26] Wunder EA Jr, Eshghi A, Benaroudj N. Editorial: pathogenesis of leptospira[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2018, 8: 322.
- [27] 刘健. 2010—2014 年台风对海口市感染性腹泻的影响研究[D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2017.  
Liu J. Impact of typhoons on infectious diarrhea in Haikou City from 2010 to 2014[D]. Beijing: Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2017.

(本文编辑:翟若南)

**本文引用格式:**陈净,苏秀莹,田佳,等.超强台风“摩羯”登陆文昌后特殊病原菌感染的流行病学特征及其耐药性[J].中国感染控制杂志,2025,24(8):1033–1041. DOI: 10.12138/j.issn.1671–9638.20252075.

**Cite this article as:** CHEN Jing, SU Xiuying, TIAN Jia, et al. Epidemiological characteristics and antimicrobial resistance of special pathogenic infection following super typhoon “Yagi” landfall in Wenchang[J]. Chin J Infect Control, 2025, 24(8): 1033–1041. DOI: 10.12138/j.issn.1671–9638.20252075.