

· 智慧医疗与精准医学研究专题 ·

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2026.04.004

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20251107.1000.005\(2025-11-07\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20251107.1000.005(2025-11-07))

智能化系统支持下 CRKP 医院聚集性感染病例调查与 多维干预实践*

李珊凤¹ 陈文才¹ 万玉英¹ 鄢宇杰² 左佳³ 易汉杰^{4△}

(南昌大学第二附属医院:1. 感染控制中心;2. 检验科;3. 医院信息处;4. 肿瘤科,南昌 330008)

[摘要] **目的** 探讨智能化医院感染实时监测系统对神经内科重症监护病房(NICU)耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌(CRKP)医院聚集性感染的早期识别与干预效果。**方法** 智能化医院感染实时监测系统识别该院 NICU 首例 CRKP 感染病例,然后系统自动触发预警,医院感染管理科随即展开流行病学调查并实施多维干预。监测千日 CRKP 医院感染例次发病率、感染发病率及防控措施依从性以评价干预效果。**结果** 2023 年 8—9 月,系统识别 NICU 首例 CRKP 感染病例,并于 2 周内陆续捕捉到另外 4 例患者,成功实现 CRKP 感染早期预警并指导快速干预。实施干预后,千日 CRKP 医院感染例次发病率由 6.74%降至 0($P=0.02$),医院感染发病率从 12.20%降至 1.37%($P=0.02$),多项多重耐药菌感染防控措施依从率明显提升($P<0.05$),后续监测无新增聚集性感染病例。**结论** 智能化医院感染实时监测系统提升了 CRKP 医院聚集性感染事件的识别效率与干预精准度,结合多学科协作与闭环管理,有效阻断耐药菌传播,具有良好的实践应用价值与推广前景。

[关键词] 智能化监测系统;耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌;医院感染聚集性病例;流行病学调查;干预

[中图法分类号] R181.3+2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2026)04-0736-06

Investigation and multidimensional intervention practices for hospital clustered infection cases of CRKP supported by intelligent systems*

LI Shanfeng¹, CHEN Wencai¹, WAN Yuying¹, YAN Yujie², ZUO Jia³, YI Hanjie^{4△}

(1. Infection Control Center, 2. Department of Laboratory Medicine, 3. Hospital Information Department, 4. Department of Oncology, The Second Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330008, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the effectiveness of an intelligent nosocomial infection real-time monitoring system in the early identification and intervention of nosocomial cluster infections caused by carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* (CRKP) in the Neurological Intensive Care Unit (NICU). **Methods** The intelligent real-time monitoring system for healthcare-associated infections identified the first case of CRKP infection in the NICU of the hospital, after which the system automatically triggered an alert. The Department of Healthcare-associated Infection Management immediately conducted an epidemiological investigation and implemented multidimensional interventions. The incidence of CRKP infections per thousand patient-days, the infection rate, and compliance with prevention and control measures were monitored to evaluate the intervention effectiveness. **Results** In August-September 2023, the system identified the first CRKP infection case in the NICU and subsequently detected another four patients within two weeks, and successfully achieved early warning of CRKP infection and guided prompt intervention. After the implementation of interventions, the incidence of CRKP hospital-associated infections per 1 000 patient-days dropped from 6.74% to 0 ($P=0.02$), the hospital-associated infection rate decreased from 12.20% to 1.37% ($P=0.02$), compliance rates with multiple multidrug-resistant organisms infection prevention and control measures improved significantly ($P<0.05$), and no new clustered infection cases were observed in subsequent surveillance. **Conclusion** The intelligent real-time hospital infection surveillance system enhances the identification efficiency and intervention precision for CRKP hospital cluster infection events. By combining multidisciplinary collaboration and closed-loop management, it effectively blocks the transmission of drug-resistant bacteria. The system demon-

* 基金项目:江西省自然科学基金项目(20252BAC240508);江西省卫健委普通科技计划项目(202310530);江西省教育厅科学技术研究项目(GJJ2400140)。△ 通信作者, E-mail:ndefy20525@ncu.edu.cn。

strates good practical application value and promotion prospects.

[Key words] intelligent monitoring system; carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae*; hospital infection cluster cases; epidemiological investigation; intervention

肺炎克雷伯菌为条件致病菌,常定植于上呼吸道与肠道^[1-2],当宿主免疫功能受损时易引发呼吸道感染和血流感染等^[3]。CHINET 监测网数据显示我国 2024 年肺炎克雷伯菌的临床分离率已达 13.9%。其中耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌(carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae*, CRKP)逐年增加^[4],对亚胺培南和美罗培南的耐药率已超过 22%,感染死亡率高达 30%~68%^[5],对医疗安全构成重大威胁。

传统的多重耐药菌防控依赖人工监测与回顾性分析,存在预警延迟、防控措施碎片化等问题^[6]。智能化信息系统整合多源数据并进行实时分析,为多重耐药菌感染防控提供了新路径^[7]。2023 年 8—9 月,本院依托智能化医院感染实时监测系统识别并分析神经内科重症监护病房(neurological intensive care unit, NICU)发生的 5 例 CRKP 医院聚集性感染病例,开展流行病学调查与干预,为医疗机构应对此类事件提供了实践依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究基于本院 NICU 2023 年 8—9 月发生的 5 例 CRKP 医院聚集性感染事件展开。纳入标准:符合《医院感染诊断标准(试行)》^[8]中下呼吸道感染的诊断标准。排除标准:入院时已开始或处于潜伏期的下呼吸道感染者。患者感染日期界定为入 ICU \geq 48 h 后,出现痰黏稠或痰量明显增加,肺部出现湿啰音,同时伴有发热或 WBC 和(或)嗜中性粒细胞百分比增加,或影像学提示肺部有炎症浸润性病变。医院感染管理科立即联合多学科开展流行病学调查,并于 9 月 13 日开始实施综合干预。本研究已获得本院伦理委员会的批准,受试者均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 智能化医院感染监测系统与功能介绍

智能化医院感染实时监测系统基于数据中台架构,集成临床信息系统(clinical information system, CIS)、检验信息系统(laboratory information system, LIS)、护士工作站与抗菌药物管理平台,实现“数据采集-风险识别-自动预警-联动干预”四级闭环控制。系统通过预设 CRKP 高危因素(如 ICU 住院时间、侵袭性操作、抗菌药物使用等)构建机器学习模型,并在检测到 CRKP 阳性标本后,自动触发推送“接触隔离”医嘱并锁定床位,同步发出预警,弹窗提醒临床医师进行病原学送检,自动生成抗菌药物使用与耐药菌趋势分析报告。

1.2.2 综合干预

1.2.2.1 流行病学调查

调阅患者电子病历数据,提取关键数据,如诊治经过、ICU 住院时间、侵入性操作(如机械通气、中心静脉置管等)、感染前后抗菌药物的使用情况等;调阅护理记录,追溯护理操作时间节点及防护措施落实情况。

实地调查患者住院期间设备(如 B 超仪、康复仪、呼吸机气囊测压表等)使用轨迹,评估设备交叉使用的传播风险。访谈医护人员以调查其对多重耐药菌防控知识、手卫生及防护用品使用等知识的掌握程度,同步观察手卫生依从性、隔离措施及日常清洁消毒的情况。

1.2.2.2 环境卫生学监测

系统预警后,遵循《医院消毒卫生标准》(GB 15982—2012)^[9]立即对 NICU 开展采样,包括床单元及周边(床栏、床头柜、输液泵、监护设备等);高频接触物表(门把手、手消毒剂瓶按柄、医护工作站鼠标和键盘等);潜在气溶胶污染源(呼吸机管路、雾化水、呼吸机操作界面等);医护人员的手及工作服袖口等。

1.2.2.3 病原菌培养与鉴定

遵循《全国临床检验操作规程》^[10]进行标本培养。菌株鉴定使用 VITEK2-Compact(法国 Biomerieux)全自动微生物分析系统及配套鉴定试剂。药敏试验采用纸片扩散(Kirby-Bauei, K-B)法,结果判断和质量控制按药敏试验相关标准执行。

1.2.2.4 多维干预实践

实施多维度感染控制措施,构建物理隔离、人员管理与环境消杀协同的防控网络:(1)暂停收治新患者并取消加床;单间隔离 CRKP 感染患者并固定护理人员;(2)开展全面清洁消毒工作,清洁消毒频次增加为每班 1 次,每天 \geq 3 次;(3)开展专题培训,内容涵盖手卫生规范、隔离技术、耐药菌防控、抗菌药物合理使用等核心知识,并通过情景模拟考核确保全员掌握率达 100%;(4)增设手卫生设施以提高手卫生依从率;(5)推广密闭式吸痰以降低气溶胶传播风险,落实呼吸机相关性肺炎防控措施;(6)建立“院—科”两级督查机制,每周感染控制专职人员督查 \geq 2 次, NICU 每天自查,问题实时反馈至质控平台并追踪整改。

1.3 评价指标

本研究将 2023 年 8—9 月界定为干预前期,同年 10—11 月为干预后期,因 9 月 13—30 日为干预落实期,故将其归入干预前以检验结果稳健性^[11]。通过千日医院感染例次发病率、医院感染发病率、多重耐药菌医院感染发病率、千日 CRKP 医院感染例次发病率、多重耐药菌检出率、抗菌药物治疗前病原学送检率和多重耐药菌感染防控措施依从率等指标来评价

干预效果。

1.4 统计学处理

采用 Excel2019 软件进行数据管理, SPSS23.0 软件进行数据统计分析, 计数资料以例数或百分比表示, 组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 流行病学

2.1.1 患者临床特征

2023 年 8 月 17 日至 9 月 13 日, 医院 NICU 发生 5 例 CRKP 医院获得性肺炎聚集性感染病例。患者均为男性, 中位年龄 70 岁 (53~73 岁), 其中 3 例脑出血、1 例格林-巴利综合征、1 例颅内占位性病变。4 例接受过气管插管及机械通气 (病例 2 感染 CRKP 前未行气管插管), 机械通气中位持续时间为 3 d。感染前, 患者均接受抗菌药物治疗 (中位使用时间 6 d), 5

例患者基本信息见表 1。痰标本中分离的 5 株 CRKP 呈现高度一致的泛耐药表型, 属泛耐药肺炎克雷伯菌, 见表 2。

2.1.2 时空分布

患者发病时间总体集中于 2023 年 8 月下旬至 9 月中旬, 其中多例患者在 8 月 30 日至 9 月 6 日期间相继确诊, 见图 1。患者入 NICU 至 CRKP 感染时间中位数为 7 d (2~14 d)。病例 1 因格林-巴利综合征伴呼吸肌麻痹入住 NICU, 持续机械通气 14 d 后感染 CRKP; 病例 2、3、4 分别为转入 NICU 后第 3、7、9 天感染 CRKP; 病例 5 于 9 月 11 日转入 NICU 后第 2 天感染 CRKP。

5 例患者床位邻近, 分别位于 8、9、11、10 床和 +1 床。8 床患者为首发病例, 其余病例在其确诊后相继发病, 与首发病例存在空间邻近、设备共用与护理人员交叉等风险因素。

表 1 5 例 CRKP 感染患者基本信息

患者编号	性别	年龄 (岁)	床号	入院诊断	入院日期	入 ICU 日期	感染日期	气管插管辅助通气起止日期	气管切开辅助通气起止日期	感染前抗菌药物使用时间(d)
1	男	53	8	格林-巴利综合征	7月30日	8月3日	8月17日	8月14—16日	8月17日至9月2日	8
2	男	71	11	脑出血	8月26日	8月26日	8月29日	9月4—8日	未行气管切开	1
3	男	70	9	脑出血	8月22日	8月23日	8月30日	8月23—25日	8月26日至9月9日	6
4	男	60	10	脑出血	8月25日	8月25日	9月3日	9月1—8日	未行气管切开	9
5	男	73	+1	颅内占位性病变	9月3日	9月11日	9月13日	9月11—21日	未行气管切开	5

表 2 5 株 CRKP 体外药敏试验结果

抗菌药物	1号菌株	2号菌株	3号菌株	4号菌株	5号菌株	耐药率(%)
头孢哌酮/舒巴坦	R	R	R	R	R	100
氨曲南	R	R	R	R	R	100
依拉环素	S	S	S	S	未检测	0
头孢他啶	R	R	R	R	R	100
头孢吡肟	R	R	R	R	R	100
美罗培南	R	R	R	R	R	100
阿米卡星	R	R	R	R	R	100
头孢他啶/阿维巴坦	S	S	S	S	S	0
亚胺培南	R	R	R	R	R	100
环丙沙星	R	R	R	R	R	100
多黏菌素	未检测	未检测	I	未检测	I	0
多西环素	R	R	R	R	R	100
左氧氟沙星	R	R	R	R	R	100
米诺环素	R	R	R	R	R	100
哌拉西林/他唑巴坦	R	R	R	R	R	100
替卡西林/克拉维酸	R	R	R	R	R	100
妥布霉素	R	R	R	R	R	100
复方新诺明	R	R	R	R	R	100
替加环素	未检测	R	R	R	R	80

菌株编号与表 1 患者编号一致; S: 敏感; I: 中度敏感; R: 耐药。

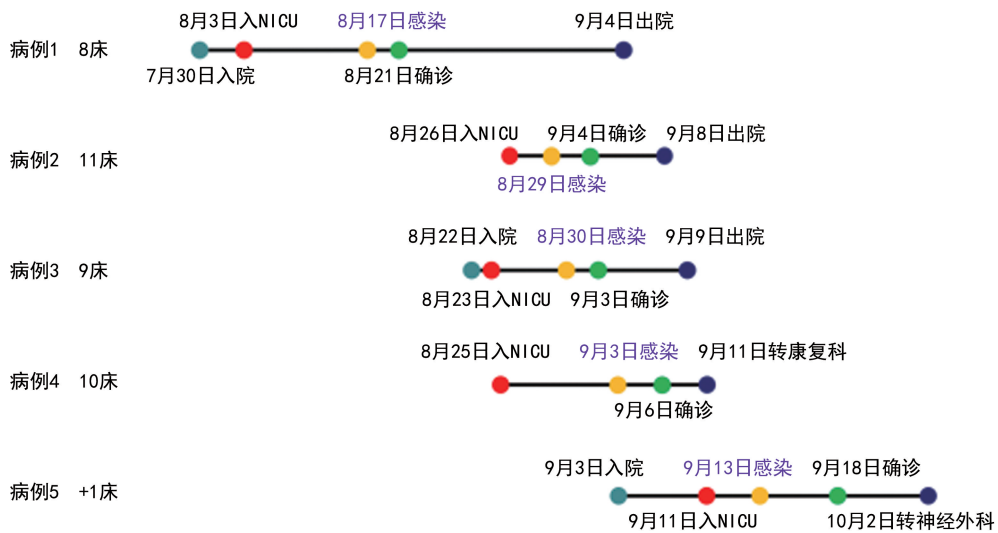


图 1 2023 年 8—9 月患者入 NICU 感染 CRKP 时间分布图

2.1.3 环境卫生学监测

防控措施改进前,环境卫生学监测显示 73 份样本中有 3 份样本不合格(合格率 95.89%),雾化水 1 份样本检出鲍曼不动杆菌,床栏 1 份样本检出肺炎克雷伯菌,洗手池台面 1 份样本检出铜绿假单胞菌。干预后,重新采集 73 份样本,合格率提升至 100.00%,均未检出致病菌。

综合病例发病时间、床位分布、临床资料与环境调查结果,5 株 CRKP 呈现高度一致的泛耐药表型;床栏、雾化水和洗手池台面检出致病菌,并检出 1 株 CRKP(耐药谱与病例 3 一致),反映环境清洁消毒存在漏洞;医护人员手卫生依从率不高及开放式吸痰带来的气溶胶扩散;传播途径可能为手接触传播和气溶胶扩散。

2.2 干预效果评价

2.2.1 医院感染相关监测指标明显改善

干预后(2023 年 10—11 月),NICU 千日 CRKP 医院感染例次发病率从干预前(2023 年 8—9 月)的 6.74%降至 0($P=0.02$),医院感染发病率从 12.20%降至 1.37%($P=0.02$),千日医院感染例次发病率由 7.87%降至 1.18%($P=0.07$),多重耐药菌医院感染发病率从 10.53%降至 0($P=0.06$),多重耐药菌检出率从 26.92%降至 5.56%($P=0.06$)。干预后,持续监测未再发生医院聚集性感染病例。

2.2.2 抗菌药物管理优化

抗菌药物治疗前病原学送检率从干预前的 74.4%提升至干预后的 82.8%($P=0.316$),其中非限制级抗菌药物治疗前病原学送检率从 0 提升至 85.7%($P=0.064$),限制级抗菌药物治疗前病原学送检率从 43.8%提升至 66.7%($P=0.001$),特殊级抗菌药物治疗前病原学送检率从 77.3%提升至 100.0%($P=0.086$)。

2.2.3 感染防控措施高效落实

干预后工作人员多重耐药菌防控措施知晓率和个人防护执行率有效提升($P<0.05$),多项多重耐药

菌感染防控措施依从率也明显提升($P<0.05$),见表 3。

表 3 干预前后多重耐药菌感染防控措施落实情况比较[n/n(%)]

项目	干预前	干预后	P
隔离标识	6/8(75.0)	3/3(100.0)	>0.05
患者物品专用	5/8(62.5)	3/3(100.0)	>0.05
工作人员多重耐药菌防控措施知晓率	23/32(71.9)	31/32(96.9)	0.006
工作人员个人防护执行率	13/27(48.1)	22/24(91.7)	0.001
手卫生依从率	113/157(72.0)	173/187(92.5)	<0.001
床单元清洁规范消毒依从率	15/19(78.9)	18/19(94.7)	>0.05
共用仪器清洁消毒依从率	15/26(57.7)	23/26(88.5)	0.012
工作站电脑区域消毒擦拭依从率	6/13(46.2)	13/13(100.0)	0.005
环境清洁消毒依从率	5/8(62.5)	12/12(100.0)	0.049
呼吸机相关肺炎防控措施依从率	32/57(56.1)	67/71(94.4)	<0.001

3 讨论

细菌耐药性已严重威胁全球公共卫生安全。流行病学调查显示,2021 年全球约有 114 万死亡病例直接由耐药菌引起,相关死亡人数已超过艾滋病与疟疾的总和^[12]。其中,碳青霉烯类耐药肠杆菌目细菌(carbapenem-resistant enterobacteriaceae, CRE)的传播和感染已成为全球细菌耐药防控领域关注的重点。CRKP 是最常见的 CRE^[13-14],对碳青霉烯类及多数 β-内酰胺类抗菌药物具有高度耐药性^[15]。

为有效应对多重耐药菌带来的严峻威胁,世界卫生组织及各国政府相继发布相关防控指南。2009 年,美国疾病控制与预防中心率先发布医疗机构 CRE 防控指南^[16]。2011 年发布的《多重耐药菌医院感染预防与控制技术指南(试行)》^[17]明确强调多重耐药菌防控需强化管理、落实防控措施、规范抗菌药物使用及完善多重耐药菌监测,防控措施包括手卫生、接触隔离、主动筛查、环境清洁消毒、去定植和抗菌药物临床应用管理等。2017 年,世界卫生组织发布医疗机构

CRE 防控指南^[18]。2017—2024 年,我国专家相继发布多项专家共识与操作指南^[19-21]。这些均凸显防控措施系统落实的重要性。

本研究依托智能化医院感染监测系统实现了多重耐药菌的精准预警与闭环管理。系统整合患者 MICU ICU 住院时间、机械通气时间、实验室检验结果等变量,动态评估患者感染风险并实时发出预警,有效缩短了感染识别时间,提升早期干预效率。此外,系统通过闭环管理(自动触发“接触隔离”医嘱并锁定床位)以提升防控措施依从率,减少人为疏漏。与此同时,系统还自动生成耐药菌趋势分析报告,为抗菌药物合理使用提供依据^[22]。

在本次 CRKP 医院聚集性感染事件中,患者发病时间集中。发病前均接受抗菌药物治疗,其中 4 例患者有气管插管或机械通气史,提示侵袭性操作是重要危险因素,上述特征与以往研究报道的结论一致^[23]。环境监测检出多种致病菌,提示存在环境清洁消毒不到位的问题。根据现场调查结果综合分析,手接触传播和气溶胶扩散是主要传播途径,与现有研究中强调的手接触及污染设备为细菌交叉传播关键环节的结论一致^[24]。干预中采取了改用密闭式吸痰装置、强化手卫生依从性及增加高频接触物表的清洁消毒频次等综合干预措施,有效阻断了传播链,多维度干预策略在控制 CRKP 传播中具有重要作用。

此外,本研究所用智能化医院感染监测系统嵌入抗菌药物决策支持模块及强制病原学送检提醒机制,明显提高了抗菌药物治疗前病原学送检率,优化了抗菌药物管理,与以药敏结果为依据指导精准治疗的原则一致^[25]。然而,本研究中分离的 5 株 CRKP 对 β -内酰胺类、氨基糖苷类抗菌药物均表现出 100% 耐药,仅对头孢他啶/阿维巴坦和依拉环素敏感,反映了当前碳青霉烯类耐药问题的严峻性^[26]。

本研究存在一定局限性。环境监测仅检出 1 株 CRKP,可能受限于采样时机或检测灵敏度,今后需优化采样策略,并引入分子溯源技术加强菌株同源性分析,从而更准确地追踪传播链。干预后多重耐药菌检出率虽下降,但差异无统计学意义($P > 0.05$),可能与样本量偏少或随访时间短有关。本研究尽管观察到干预前后感染指标明显下降,但鉴于干预前处于 CRKP 聚集性暴发期,且观察时间窗较短,因此存在回归均值效应的可能。已有研究指出,在卫生干预评估中,当干预发生在指标极端升高之后,再测量可能会自然回落,从而造成效果高估^[27]。未来研究将延长随访周期以验证干预效果的稳健性与可推广性。此外,智能化系统依赖医院信息管理系统的数据质量,部分手工记录项目仍存在信息偏倚风险。

智能化医院感染监测系统在传统监测基础上实现了平台集成、风险评估与闭环干预的融合,明显提升了 MICU CRKP 医院聚集性感染的早期识别与防控效率。未来该系统可进一步推广至其他多重耐药

菌暴发事件的应对中,并结合分子流行病学和耐药趋势的长期监测,优化防控策略,为遏制耐药菌传播提供有力技术支持与实践路径。

利益冲突:所有作者声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] BAGLEY S T. Habitat association of Klebsiella species[J]. *Infect Control*, 1985, 6(2): 52-58.
- [2] CHANG D, SHARMA L, DELA CRUZ C S, et al. Clinical epidemiology, risk factors, and control strategies of Klebsiella pneumoniae infection[J]. *Front Microbiol*, 2021, 12: 750662.
- [3] WANG F, ZOU X, ZHOU B, et al. Clinical characteristics of carbapenem-resistant Klebsiella pneumoniae infection/colonisation in the intensive care unit: a 9-year retrospective study[J]. *BMJ Open*, 2023, 13(6): e065786.
- [4] ERNST C M, BRAXTON J R, RODRIGUEZ-OSORIO C A, et al. Adaptive evolution of virulence and persistence in carbapenem-resistant Klebsiella pneumoniae[J]. *Nat Med*, 2020, 26(5): 705-711.
- [5] WANG X, WANG Q, CAO B, et al. Retrospective observational study from a Chinese network of the impact of combination therapy versus monotherapy on mortality from carbapenem-resistant Enterobacteriaceae bacteremia[J]. *Antimicrob Agents Chemother*, 2018, 63(1): e01511-01518.
- [6] JI B, YE W. Prevention and control of hospital-acquired infections with multidrug-resistant organism: a review[J]. *Medicine*, 2024, 103(4): e37018.
- [7] ZHU J, LI Q, LI X, et al. Successful control of the first carbapenem-resistant Klebsiella pneumoniae outbreak in a Chinese hospital 2017-2019[J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2020, 9(1): 91.
- [8] 原中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. *中华医学杂志*, 2001, 81(5): 314-320.
- [9] 原国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 医院消毒卫生标准: GB 15982—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [10] 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.
- [11] LATOUR C D, MCGRATH L J, CLOUSER M, et al. Controlling for differential regression-to-the-mean via propensity scores: a simulation

- study[J]. *Clin Epidemiol*, 2023, 15: 661-670.
- [12] GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: a systematic analysis with forecasts to 2050[J]. *Lancet*, 2024, 404(10459): 1199-1226.
- [13] MA J, SONG X, LI M, et al. Global spread of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: epidemiological features, resistance mechanisms, detection and therapy[J]. *Microbiol Res*, 2023, 266: 127249.
- [14] Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis[J]. *Lancet*, 2022, 399(10325): 629-655.
- [15] WANG M, EARLEY M, CHEN L, et al. Clinical outcomes and bacterial characteristics of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* complex among patients from different global regions (CRACKLE-2): a prospective, multi-centre, cohort study [J]. *Lancet Infect Dis*, 2022, 22(3): 401-412.
- [16] Centers for Disease Control and Prevention. Guidance for control of infections with carbapenem-resistant or carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in acute care facilities [J]. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 2009, 58(10): 256-260.
- [17] 原中华人民共和国卫生部. 多重耐药菌医院感染预防与控制技术指南(试行) [J]. *中国危重症医学*, 2011, 23(2): 65.
- [18] ORGANIZATION W H. Guidelines for the prevention and control of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae, *Acinetobacter baumannii* and *Pseudomonas aeruginosa* in health care facilities [M]. World Health Organization, 2017.
- [19] 王明贵, GUAN X, HE L, 等. 广泛耐药革兰阴性菌感染的实验诊断、抗菌治疗及医院感染控制: 中国专家共识 [J]. *中国感染与化疗杂志*, 2017, 17(1): 82-93.
- [20] 柴文昭, 刘晶晶, 王小亭, 等. 重症医学科医院感染控制原则专家共识(2024) [J]. *协和医学杂志*, 2024, 15(3): 522-531.
- [21] 余跃天, 马朋林. 重症监护病房多重耐药菌防控: 指南与实践 [J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(25): 1945-1948.
- [22] 赵婧, 李冰, 郑伟汐, 等. 我国突发公共卫生事件卫生应急物资储备管理探究 [J]. *实用预防医学*, 2024, 31(7): 883-886.
- [23] DIAO H, LU G, ZHANG Y, et al. Risk factors for multidrug-resistant and extensively drug-resistant *Acinetobacter baumannii* infection of patients admitted in intensive care unit: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Hosp Infect*, 2024, 149: 77-87.
- [24] XIE B L, GUO R S, YANG X W, et al. Epidemiology and drug resistance analysis of mixed infection in orthopedic surgical sites [J]. *Surg Infect*, 2020, 21(5): 465-471.
- [25] SALAM M A, AL-AMIN M Y, SALAM M T, et al. Antimicrobial resistance: a growing serious threat for global public health [J]. *Healthcare (Basel)*, 2023, 11(13): 1946.
- [26] YU Q, WANG C, ZHANG X, et al. Photochemical strategies toward precision targeting against multidrug-resistant bacterial infections [J]. *ACS Nano*, 2024, 18(22): 14085-14122.
- [27] LINDEN A. Assessing regression to the mean effects in health care initiatives [J]. *BMC Med Res Methodol*, 2013, 13: 119.

(收稿日期: 2025-05-16 修回日期: 2025-11-08)

(编辑: 姚雪)

(上接第 735 页)

- [19] 刘军, 谢云, 汪方, 等. 5G 应用于严重多发伤救治的探索 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2019, 28(10): 1242-1244.
- [20] 张华锋, 赵佳, 张允忠, 等. “5G 云+医疗”物联网联动新模式在严重创伤患者救治中的应用效果 [J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38(4): 359-364.
- [21] 温明锋, 郑文俊, 李薇. “院前急救+急诊+专病中心”一体化智慧急救信息管理系统设计与应用 [J]. *现代医院*, 2024, 24(10): 1599-1602.
- [22] 张振帅, 齐秦. 基于“5G+医疗”的武威市区域创伤中心救治体系建设在急诊创伤中的应用价值 [J]. *岭南急诊医学杂志*, 2023, 28(6): 543-545.
- [23] 闵玉琦. 南昌市 N 医院信息化建设研究 [D]. 兰州: 西北师范大学, 2024.
- [24] 汪朝霞, 郭芳, 张万萍, 等. 基于 5G+智慧技术的院前急救干预对创伤性休克患者急救效率及不良事件的影响 [J]. *中国医学创新*, 2025, 22(7): 93-96.

(收稿日期: 2025-12-11 修回日期: 2026-02-09)

(编辑: 张芃捷)