DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20262960

·论著·

ICU 三级感染防控管理多重耐药菌防控效果:一项前瞻性研究

裴小琴[1],马　轶[2],梁子超[1],刘　颖[1],周昕玥[1],聂睿彤[1],马　萍[3],张元川[4]
(1. 成都市第三人民医院院感部,四川 成都　610031;2. 成都市第三人民医院重症医学科,四川 成都　610031;3. 四川天府新区人民医院院感部,四川 成都　610218;4. 成都市第三人民医院普外科,四川 成都　610031)

[摘　要] **目的**　探索重症监护病房(ICU)耐药菌防控措施"落实难"的解决策略,并评估其防控效果。**方法**　选择某三级甲等医院 2022 年 4 月—2024 年 2 月入住 ICU 的患者为研究对象。采用前瞻性、前后对照设计,2022 年 4 月—2023 年 6 月为对照阶段,2023 年 7 月—2024 年 2 月为干预阶段。对照组实施集束化防控措施和常规管理,干预组在实施对照组措施的基础上,建立科室内部管理层－片区/小组－员工三级医院感染管理架构,促进各项感染防控措施落地。采用 1∶1 倾向性评分匹配(PSM)评估干预前后耐碳青霉烯类细菌(CRO)医院感染及定植发生率。**结果**　干预组速干手消毒剂和洗手液使用量分别是对照组的 6.10、7.26 倍,含氯消毒泡腾片和消毒湿巾使用量分别为对照组的 7.18、5.69 倍,隔离衣使用量是对照组的 2.76 倍,隔离医嘱下达率从 62.89%提升至 89.27%,差异均有统计学意义(均 $P<0.001$)。PSM 前干预组 CRO、耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌(CRAB)和耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌(CRKP)获得风险分别是干预前的 0.61、0.67、0.80 倍,除 CRKP 外($P=0.245$)差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);PSM 后干预组 CRO、CRAB 和 CRKP 获得风险分别是干预前的 0.97、0.92、0.97 倍,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。**结论**　实施科室感染防控三级管理后,ICU 隔离措施执行情况明显改善,CRO 医院感染及定植发生率下降。

[关　键　词] 碳青霉烯类耐药菌;倾向性评分匹配;预防与控制;效果评价;重症监护病房;前瞻性研究
[中图分类号] R181.3+2　R197.323

Effect of three-tier infection prevention and control management on the prevention and control of multidrug-resistant organism in intensive care unit: a prospective study

PEI Xiaoqin[1], *MA Yi*[2], *LIANG Zichao*[1], *LIU Ying*[1], *ZHOU Xinyue*[1], *NIE Ruitong*[1], *MA Ping*[3], *ZHANG Yuanchuan*[4] (1. *Department of Healthcare-associated Infection Management, The Third People's Hospital of Chengdu, Chengdu* 610031, *China*; 2. *Department of Critical Care Medicine, The Third People's Hospital of Chengdu, Chengdu* 610031, *China*; 3. *Department of Healthcare-associated Infection Management, Sichuan Tianfu New Area People's Hospital, Chengdu* 610218, *China*; 4. *Department of General Surgery, The Third People's Hospital of Chengdu, Chengdu* 610031, *China*)

[**Abstract**] **Objective**　To explore the solution strategies for the "difficult implementation" of drug-resistant organism prevention and control measures in intensive care unit (ICU), and evaluate the effectiveness. **Methods**　Patients admitted to the ICU of a tertiary first-class hospital from April 2022 to February 2024 were selected as the research subjects. The prospective, before and after comparison design was adopted, April 2022 to June 2023 and July 2023 to February 2024 were as the control stage and intervention stage, respectively. The control group implemented

[收稿日期]　2025－09－04
[基金项目]　四川省科技厅重点研发项目(2023YFS0115)
[作者简介]　裴小琴(1985－),女(汉族),重庆市人,副主任医师,主要从事医院感染管理研究。
[通信作者]　张元川　　E-mail:20874185@qq.com

bundled prevention and control measures and routine management, the intervention group established a three-tier healthcare-associated infection (HAI) management structure (department internal management-section/group-employee) on the basis of implementing measures of control group, the implementation of various infection control measures was promoted. The 1∶1 propensity score matching (PSM) was used to evaluate the incidence of HAI and colonization rate of carbapenem-resistant organism (CRO) before and after intervention. **Results** The intervention group used 6.10 and 7.26 times more alcohol-based hand rub and hand sanitizers, 7.18 and 5.69 times more chlorine-containing disinfectant effervescent tablets and disinfectant wipes, as well as 2.76 times more isolation gowns respectively than the control group, the isolation order issuance rate increased from 62.89% to 89.27%, differences were all statistically significant (all $P<0.001$). Before PSM, the risk of acquiring CRO, carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* (CRAB), and carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* (CRKP) in intervention group was 0.61, 0.67, and 0.80 times that of before intervention, respectively, except for CRKP ($P=0.245$), others were all with statistically significant differences (all $P<0.05$); After PSM, the risk of acquiring CRO, CRAB, and CRKP in the intervention group was 0.97, 0.92, and 0.97 times that of before intervention, respectively, all were with statistically significant differences (all $P<0.05$). **Conclusion** After implementing the three-tier management on infection prevention and control in department, the implementation of ICU isolation measures has significantly improved, and the incidences of CRO HAI and colonization have decreased.

[**Key words**] carbapenem-resistant organism; propensity score matching; prevention and control; effect evaluation; intensive care unit; prospective study

2017 年,世界卫生组织(WHO)将 3 类碳青霉烯类耐药菌(carbapenem-resistant organism, CRO)的优先级别定为 1 级,包括耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌(carbapenem-resistant *Acinetobacter-baumannii*, CRAB)、耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌(carbapenem-resistant *Pseudomona saeruginosa*, CRPA)以及耐碳青霉烯类肠杆菌(carbapenem-resistant *Enterobacterales*, CRE)[1]。与非耐药细菌感染患者相比,CRO 感染患者病情复杂,治疗困难,且易形成医院内传播,已成为全球公共卫生的重大威胁[2-3]。CRO 感染导致患者住院时间延长、医疗成本增加及病死率升高,在重症监护病房(ICU)尤其为显著[4]。我国 CRO 流行形势严峻,中国细菌耐药监测网(CHINET)监测数据[5-7]显示,我国耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌(carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae*, CRKP)检出率显著高于欧洲(24.8% VS 14.29%),CRAB 检出率更是高达 73.4%,远超过欧洲的 37.0%,铜绿假单胞菌对碳青霉烯类耐药率约为 21.9%。

目前,CRO 防控已形成以接触隔离、主动筛查、抗菌药物管理为核心的综合策略[8-9]。信息化监测、多部门协作及 PDCA 管理相结合可将 CRE 感染发病率降低 45%~52%[2]。然而,不管采取何种耐药菌防控模式,其最终效果取决于临床执行的依从性与质量。多项研究[10-11]指出,多重耐药菌防控措施执行率不足是导致耐药菌传播的核心问题。ICU 是多重耐药菌感染的高风险科室[12],如何通过有效的科室管理提升感染防控措施的执行力与依从性,突破感染防控措施"落实难"的瓶颈,值得深入探索。本研究拟在 ICU 建立科室三级感染防控兼职队伍,推动各项感染防控措施落实,从而预防和控制多重耐药菌传播。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选择某三级甲等医院 2022 年 4 月—2024 年 2 月入住 ICU 的患者作为研究对象。排除标准:①入住 ICU<48 h;②入住 ICU>60 d。采用前瞻性、前后对照设计,2022 年 4 月—2023 年 6 月为对照阶段,2023 年 7 月—2024 年 2 月为干预阶段。2022 年 4 月—2024 年 2 月 ICU 共入住患者 1 847 例次,依据排除标准筛选出 1 340 例次,其中对照组 850 例次,干预组 490 例次,筛选流程见图 1。

1.2 CRO 监测种类及定义 参照《医院感染管理质量控制指标(2024 年版)》[13],本研究目标病原菌为 CRO,包括 CRKP、CRAB、CRPA 和其他 CRE。仅纳入研究对象在 ICU 首次检出的 CRO,如同时检出两种及以上新发 CRO,则仅将优势菌种纳入相应分组[14]。CRO 获得定义为患者入住 ICU 48 h 后,通过临床标本或每周监测检出 CRO(包括感染和定植)。

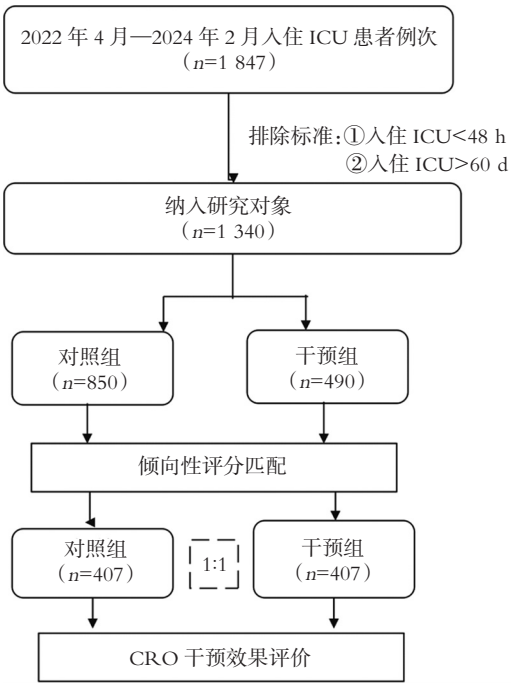


图 1　研究对象筛选流程图

Figure 1　Flowchart of screening process for study subjects

1.3　干预措施　(1)对照组：依据 2011 年版《多重耐药菌医院感染预防与控制技术指南(试行)》[15]和《中国碳青霉烯耐药革兰阴性杆菌(CRO)感染预防与控制技术指引》[16]进行集束化防控措施和常规管理，包括采取单间或床旁隔离、手卫生、接触预防、主动监测、环境表面的清洁与消毒。(2)干预组：在实施对照组措施的基础上，实施科室感染防控三级管理，一级科室管理人员由科主任、护士长、科室感染防控护士组成，负责制度建设、流程优化、培训与监测；二级科室管理人员由片区兼职感染防控员和小组兼职感染防控员组成，形成“横向到边、纵向到底”的网格化监督体系；三级为各科室成员，负责在日常诊疗中严格执行各项措施。此架构旨在通过二级科室管理人员在繁忙时段与夜间的交错监督与协助，弥补因临床繁忙或监管缺失导致的执行漏洞，从而推动“人人都是感控实践者”的文化，确保多重耐药菌感染防控措施持续落实。

1.4　调查内容　收集研究对象基本信息和临床资料，如性别、年龄、身体质量指数(body mass index，BMI)、急性生理与慢性健康评分(acute physiology and chronic health evaluation，APACHE Ⅱ)、相关危险因素[CRO 检出前抗菌药物使用情况、手术史、呼吸机使用、动/静脉置管、导尿管置管、连续性肾脏替代治疗(CRRT)、病原学送检情况及结果、住院日数]，以及多重耐药菌防控相关数据(洗手液、快速手消毒剂、隔离衣、含氯泡腾片、消毒湿巾使用情况)。

1.5　研究指标　过程指标：①手卫生依从率 =(手卫生执行时机数/应执行手卫生时机数)×100%；②洗手用品消耗量(含快速手消毒剂和洗手液) = 洗手用品消耗量(mL)/同期住院床日数；③清洁消毒用品消耗量(含泡腾片和消毒湿巾) = 清洁消毒用品使用量(片)/同期住院床日数；④接触隔离医嘱下达率 =(下达接触隔离医嘱例数/检出同期多重耐药菌患者例数)×100%；⑤隔离用品消耗量 = 隔离衣领用件数/同期检出多重耐药菌患者例数。结果指标：多重耐药菌医院感染及定植发生率 =(检出多重耐药菌感染及定植患者例次数/周期住院患者总例次数)×100%。

1.6　统计分析　所有数据应用 R 软件(版本 4.3.2)在 RStudio (版本 2024.12.1 Build 563) 平台上进行统计分析。计量资料以均值 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)或中位数(四分位数)[$M(Q_1, Q_3)$]表示，采用 t 检验或 *Wilcoxon* 秩和检验；分类变量以频数(%)表示，比较采用 χ^2 检验。采用概率密度函数(probability density function，PDF)描述 CRO 首次检出时间分布特征，采用 *Wilcoxon* 秩和检验比较干预组与对照组 CRO 检出时间分布差异。采用 1∶1 倾向性评分匹配(propensity score matching，PSM)平衡对照组和干预组基线特征，匹配变量包括年龄、性别、BMI、APACHE Ⅱ评分、床旁血液透析、机械通气、导尿管置管、动/静脉置管等，采用标准化均差(SMD)比较数据组间均衡性(SMD<0.1 视为均衡)，采用 *McNemar* 检验进行匹配后的率检验。显著性水平设为 $\alpha = 0.05$(双侧)。

2　结果

2.1　研究人群基线特征分析　性别、BMI、CRRT 在对照组和干预组分布均衡，差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)；年龄、APACHE Ⅱ评分、抗菌药物使用、手术史、呼吸机使用、动静脉置管、导尿管置管在对照组和干预组分布不均衡，差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表 1。

表 1 对照组和干预组患者临床特征比较

Table 1 Comparison of clinical characteristics between patients in control group and intervention group

变量	干预组（$n=490$）	对照组（$n=850$）	χ^2/t	P
男性[例次(%)]	310(63.27)	547(64.35)	0.12	0.734
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	66.32±16.85	69.47±16.26	3.46	<0.001
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m^2)	23.39±4.77	22.96±4.57	1.55	0.122
APACHE Ⅱ($\bar{x}\pm s$,分)	23.22±8.37	24.79±9.11	6.16	<0.010
检出多重耐药菌前使用抗菌药物[例次(%)]	110(22.45)	295(34.71)	21.57	<0.001
手术史[例次(%)]	63(12.86)	63(7.41)	10.19	<0.001
使用呼吸机[例次(%)]	282(57.55)	559(65.76)	8.62	0.003
动静脉置管[例次(%)]	458(93.47)	713(83.88)	25.06	<0.001
导尿管置管[例次(%)]	444(90.61)	737(86.71)	4.17	0.041
CRRT[例次(%)]	121(24.69)	208(24.47)	<0.01	0.980

2.2 ICU 耐药菌检出特征分析

2.2.1 ICU 耐药菌检出情况 研究期间 ICU 共检出 CRO 526 株，其中 CRAB 255 株（48.48%），CRKP 156 株（29.66%）。见表 2。

表 2 两组患者耐药菌检出数及构成比[株(%)]

Table 2 Detected number and constituent ratios of antimicrobial-resistant organisms from two groups of patients (No. of isolates [%])

CRO	干预组	对照组	合计
CRAB	75(48.08)	180(48.65)	255(48.48)
CRKP	50(32.05)	106(28.65)	156(29.66)
CRPA	2(1.28)	25(6.76)	27(5.13)
其它 CRE	29(18.59)	59(15.94)	88(16.73)
合计	156(100)	370(100)	526(100)

2.2.2 ICU 患者 CRO 检出时间分析 对照组患者入住 ICU 至检出 CRO、CRAB 和 CRKP 的中位时间分别为 6.93、6.34、6.77 d，干预组相应的检出时间中位数分别为 6.74、7.17、8.52 d；两组 CRO、CRAB 和 CRKP 检出时间分布差异均无统计学意义（均 $P>0.05$）。概率密度分析显示，干预前后，CRO（4.88 d VS 4.46 d）和 CRAB（5.15 d VS 5.22 d）检出时间的分布峰值位置相近，而 CRKP 的分布峰值由干预前的 4.35 d 右移至干预后的 5.14 d。见表 3。

表 3 ICU 患者检出病原菌时间及概率密度峰值分布

Table 3 Distribution of detection time and probability density peak of pathogens from ICU patients

病原菌	检出时间[$M(Q_1,Q_3)$,d]	Z	P	概率密度峰值位置(d)
CRO		42.64	0.643	
干预组（$n=156$）	6.74(3.81,12.30)			4.46
对照组（$n=370$）	6.93(4.45,11.50)			4.88
CRAB		31.69	0.181	
干预组（$n=75$）	7.17(4.79,12.38)			5.22
对照组（$n=180$）	6.34(4.41,9.57)			5.15
CRKP		22.85	0.195	
干预组（$n=50$）	8.52(4.00,14.12)			5.14
对照组（$n=106$）	6.77(4.28,10.04)			4.35

2.3 CRO 预防控制措施执行情况 干预组手卫生依从率（82.55%）略低于对照组（83.75%）；干预组速干手消毒剂和洗手液使用量分别是对照组的 6.10、7.26 倍；含氯消毒泡腾片和消毒湿巾使用量是对照组的 7.18、5.69 倍；干预组隔离医嘱下达率（89.27%）较对照组（62.89%）提升，隔离衣使用量是对照组的 2.76 倍；以上差异均有统计学意义（均 $P<0.001$）。见表 4。

表 4　干预组和对照组 CRO 预防控制措施及指标比较

Table 4　Comparison of CRO prevention and control measures and indicators between intervention group and control group

预防控制措施及指标		干预组	对照组	χ^2/Z	P
手卫生	手卫生依从率(%)	82.55(14 859/18 000)	83.75(25 126/30 000)	11.71	<0.001
	速干手消毒剂使用量(mL/住院床日)	62.16(480 000/7 722)	10.19(1 040 000/102 021)	575.67	<0.001
	洗手液使用量(mL/住院床日)	90.13(696 000/7 722)	12.40(1 265 500/102 021)	715.76	<0.001
清洁消毒	含氯消毒泡腾片使用量(片/住院床日)	13.86(107 000/7 722)	1.93(196 700/102 021)	280.11	<0.001
	消毒湿巾使用量(片/住院床日)	10.99(84 900/7 722)	1.93(196 650/102 021)	238.74	<0.001
隔离措施	隔离医嘱下达率(%)	89.27(158/177)	62.89(268/433)	44.69	<0.001
	隔离衣使用量(件/人)	15.14(2 679/177)	5.48(2 371/433)	30.84	<0.001

注：速干手消毒剂和洗手液均为 500 mL/瓶，含氯泡腾片 100 片/瓶，消毒湿巾 150 片/包。

2.4　CRO 干预效果评价

2.4.1　PSM　鉴于干预前后两组患者基线特征不均衡，采用 PSM 法对两组患者基线特征进行匹配，共匹配成功 407 对患者，匹配后两组患者各项基线特征 SMD 值控制在 0.1 以内，具有较好均衡性，见图 2。

2.4.2　CRO 医院感染及定植发生率比较　PSM 前，干预组干预后 CRO、CRAB 和 CRKP 的获得风险是干预前的 0.61、0.67、0.80 倍，除 CRKP 外（P = 0.245）差异均有统计学意义（均 P<0.05）；PSM 后，干预组干预后 CRO、CRAB 和 CRKP 的获得风险是干预前的 0.97、0.92、0.97 倍，差异均有统计学意义（均 P<0.05），见表 5。

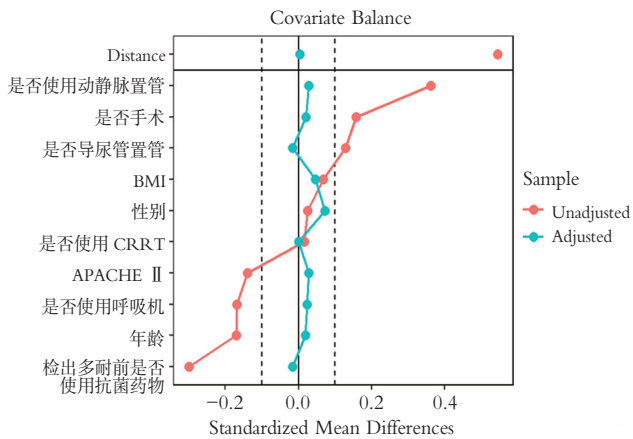


图 2　两组患者匹配前后各项基线特征 SMD

Figure 2　Standardized mean differences (SMD) of every baseline feature of two groups of patients before and after matching

表 5　PSM 前后两组患者 CRO 医院感染及定植发生情况[例次(%)]

Table 5　CRO HAI and colonization status of two groups of patients before and after PSM (No. of patient visits [%])

病原菌	PSM 前				PSM 后			
	干预组(n = 490)	对照组(n = 850)	OR	P *	干预组(n = 407)	对照组(n = 407)	OR	P #
CRO	156(31.84)	370(43.53)	0.61	<0.001	148(36.36)	151(37.10)	0.97	<0.001
CRAB	75(15.31)	180(21.18)	0.67	0.010	53(13.02)	57(14.00)	0.92	<0.001
CRKP	50(10.20)	106(12.47)	0.80	0.247	31(7.62)	32(7.86)	0.97	<0.001

注：* 表示采用 χ^2 检验，# 表示采用 McNemar 检验。

3　讨论

本研究通过手卫生用品、清洁消毒用品及隔离用品消耗量等客观指标，间接评价 ICU 多重耐药菌防控措施的落实情况，有效规避了手卫生依从性评价中可能出现的“霍桑效应”[17]。研究[1]显示，手消毒剂用量与手卫生依从性呈正相关，每床日手消毒剂用量≥20 mL 时，手卫生依从率可达 60%～70%。消毒湿巾消耗量的增加与环境清洁效果的改善同步[18]；而隔离衣、手套消耗量的上升则直接体现接触隔离措施的执行密度，并与患者 MDRO 感染发病率下降趋势一致[19]。本研究中，尽管干预组手卫生用品使用量与对照组相比明显上升（速干手

消毒剂由 10.19 mL/住院床日上升至 62.16 mL/住院床日，洗手液由 12.40 mL/住院床日上升至 90.13 mL/住院床日），但手卫生依从性却下降，推测原因可能与对照组在观察时存在“霍桑效应”有关，进一步提示评价手卫生依从性时，应尽可能从多维度入手，采用客观指标以减少行为修正偏差[17]。

以手卫生、接触隔离、主动筛查、抗菌药物管理为核心的集束化干预策略[20]及以多学科协作为基础的强化监管模式已获公认[2]，然而，在科室层面如何通过管理架构优化以保障措施落实，则少有文献涉及。本研究创新性地将医院－部门－科室三级感染防控体系延伸至科室内部，构建了“管理层－片区/小组－员工”三级兼职管理架构。该模式旨在弥补繁忙与夜间时段的监管空白，为确保感染防控措施的持续落实提供了新的管理路径。

本研究中，ICU 检出的多重耐药菌中 CRAB 占比最高（48.48%），其次为 CRKP（29.66%），该比率与已有研究[21-22]结果较为接近，但高于熊兴林[12]报道的 37.80%和 21.26%。该差异一方面可能源于地区间耐药菌株的构成差异[23]；另一方面，也与数据统计方式有关：本研究仅统计患者首次检出的多重耐药菌中的 CRO，包括感染和定植病例来源菌株。而前述研究纳入了所有多重耐药菌患者来源菌株，但仅限于感染病例，未包括定植人群。

多重耐药菌的产生受患者基本情况、侵入性操作和抗菌药物使用等多种因素影响。然而，在评价干预措施的研究中，鲜有研究通过严格控制患者基线以平衡混杂因素[2]。本研究采用 PSM 法对性别、年龄、APACHE Ⅱ评分、侵入性操作和检出多重耐药菌前使用抗菌药物等混杂因素进行匹配，降低了组间异质性，使评价结果更加可靠[24]。经 PSM 匹配后，干预效果 *OR* 值明显高于 PSM 匹配前，说明未匹配前混杂因素夸大了干预效果。进一步分析显示，干预前后 CRAB 的 *OR* 值小于 CRKP，说明干预措施对 CRAB 的控制效果优于 CRKP。

本研究显示，患者入住 ICU 后检出 CRO 的时间中位数集中在 6.34～8.52 d，表明入住 ICU 一周左右是多重耐药菌获得的关键窗口期，与多项研究[25-27]结果一致，即住院 5～10 d，特别是＞5 d 后，为耐药菌感染的高发时段。基于此，在入住 ICU 首周内强化感染防控措施，并尽可能将入住 ICU 时间控制在 7 d 以内，对降低多重耐药菌感染风险具有重要意义。尽管干预组与对照组在耐药菌检出时间上差异无统计学意义，但密度曲线的分布特征变化提供了有价值的线索。干预后 CRO、CRAB 和 CRKP 的密度峰值右移，表明耐药菌检出峰值延迟，反映干预措施在一定程度上抑制了耐药菌的传播。

本研究尚存在以下局限性：第一，本研究为单中心研究，该管理模式的有效性尚未在其他医疗机构中得到验证，结论的外推性受到一定限制；第二，本研究干预周期较短，其长期持续效果尚不明确，难以评估其在更长时间范围内的稳定性和可持续性。后续研究可进一步开展多中心、长周期的前瞻性研究，以验证该管理模式的推广价值及其远期效果。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] Tacconelli E, Carrara E, Savoldi A, et al. Discovery, research, and development of new antibiotics: the WHO priority list of antibiotic-resistant bacteria and tuberculosis[J]. Lancet Infect Dis, 2018, 18(3): 318－327.

[2] 郭琳雯，黄文治，曾妮，等. 我国医疗机构院内碳青霉烯类耐药菌预防与控制策略的 Meta 分析[J]. 华西医学，2024，39(3)：392－398.
Guo LW, Huang WZ, Zeng N, et al. Prevention and control strategies for carbapenem-resistant organism in medical institutions in China: a meta-analysis[J]. West China Medical Journal, 2024, 39(3): 392－398.

[3] Teerawattanapong N, Kengkla K, Dilokthornsakul P, et al. Prevention and control of multidrug-resistant gram-negative bacteria in adult intensive care units: a systematic review and network meta-analysis[J]. Clin Infect Dis, 2017, 64(S2): S51－S60.

[4] 王丹，朱丹，邹妮. 多重耐药菌医院感染的经济负担研究进展[J]. 老年医学与保健，2021，27(2)：417－419.
Wang D, Zhu D, Zou N. Research progress on the economic burden of healthcare-associated infections with multidrug-resistant organisms[J]. Geriatrics & Health Care, 2021, 27(2): 417－419.

[5] 郭燕，胡付品，朱德妹，等. 2023 年 CHINET 中国细菌耐药监测[J]. 中国感染与化疗杂志，2024，24(6)：627－637.
Guo Y, Hu FP, Zhu DM, et al. Antimicrobial resistance profile of clinical isolates in hospitals across China: report from the CHINET Antimicrobial Resistance Surveillance Program, 2023[J]. Chinese Journal of Infection and Chemotherapy, 2024, 24(6): 627－637.

[6] Lin XC, Li CL, Zhang SY, et al. The global and regional prevalence of hospital-acquired carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* infection: a systematic review and meta-analysis[J]. Open Forum Infect Dis, 2024, 11(2): ofad649.

[7] Ghahramani A, Naghadian Moghaddam MM, Kianparsa J, et al. Overall status of carbapenem resistance among clinical isolates of *Acinetobacter baumannii*: a systematic review and meta-analysis[J]. J Antimicrob Chemother, 2024, 79(12): 3264－3280.

[8] 陈美利，景照峰，黄合田，等. 某三级综合医院多重耐药菌防控管理新模式探讨[J]. 中国感染控制杂志，2023，22(8)：925－931.
Chen ML, Jing ZF, Huang HT, et al. A new management mode for the prevention and control of multidrug-resistant organisms in a tertiary hospital[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2023, 22(8): 925－931.

[9] 范晓玲，严小芬，吕菊迎，等. 多学科协作联合集束化模式在多重耐药菌医院感染防控中的效果[J]. 宁夏医科大学学报，2022，44(12)：1223－1228，1233.
Fan XL, Yan XF, Lv JY, et al. Application of multi-disciplinary team combined with bundles of care management model in the prevention and control of multi-drug resistant organism associated hospital-acquired infection[J]. Journal of Ningxia Medical University, 2022, 44(12): 1223－1228, 1233.

[10] 秦廷正，刘云，郝跃伟，等. 基于荧光标记法的集束化措施在多重耐药菌感染预防与控制中的效果[J]. 中国感染控制杂志，2024，23(2)：225－230.
Qin TZ, Liu Y, Hao YW, et al. The effectiveness of fluorescence labeling-based assay bundle intervention in the prevention and control of multidrug-resistant organism infection[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2024, 23(2): 225－230.

[11] 孙玲，费娜，满思金，等. 多重耐药菌的防控措施及消毒效果分析[J]. 中国消毒学杂志，2022，39(8)：587－589，592.
Sun L, Fei N, Man SJ, et al. Analysis on prevention and control measures and disinfection effect of multi-drug-resistant bacteria[J]. Chinese Journal of Disinfection, 2022, 39(8): 587－589, 592.

[12] 熊兴林. 综合 ICU 多重耐药菌感染特征及预后危险因素的调查分析[D]. 南京：南京医科大学，2020.
Xiong XL. Investigation and analysis of the characteristics and prognostic risk factors of MDRO infection in comprehensive ICU[D]. Nanjing: Nanjing Medical University, 2020.

[13] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫健委医院感染管理医疗质量控制指标(2024 年版)[J]. 中国感染控制杂志，2024，23(6)：784－786.
Office of the National Health Commission. National Health Commission of the People's Republic of China: medical quality control indicators for healthcare-associated infection management (2024 Edition)[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2024, 23(6): 784－786.

[14] 陈祥凤，张振华，吴贻乐，等. ICU 患者耐碳青霉烯类肠杆菌目细菌感染特征及危险因素分析[J]. 热带病与寄生虫学，2023，21(2)：102－107.
Chen XF, Zhang ZH, Wu YL, et al. Clinical pictures and risk factors for carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* infection in ICU patients[J]. Journal of Tropical Diseases and Parasitology, 2023, 21(2): 102－107.

[15] 中华人民共和国医政司. 卫生部办公厅关于印发《多重耐药菌医院感染预防与控制技术指南(试行)》的通知[J]. 中华人民共和国卫生部公报，2011(2)：59－61.
Department of Medical Administration of the People's Republic of China. Office of the Ministry of Health on issuing the "technical guidelines for the prevention and control of hospital-acquired infections caused by multidrug-resistant organism (trial implementation)"[J]. Gazette of the National Health Commission of the People's Republic of China, 2011(2): 59－61.

[16] 中华预防医学会医院感染控制分会，中华医学会感染病学分会，中国医院协会医院感染管理专业委员会，等. 中国碳青霉烯耐药革兰阴性杆菌(CRO)感染预防与控制技术指引[J]. 中华医院感染学杂志，2019，29(13)：2075－2080.
Hospital Infection Control Branch of the Chinese Preventive Medicine Association, Infectious Diseases Branch of the Chinese Medical Association, Hospital Infection Management Professional Committee of China Hospital Association, et al. Technical guidance for the prevention and control of carbapenem-resistant gram-negative bacilli(CRO) infection in China[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2019, 29(13): 2075－2080.

[17] 王广芬，王福斌，袁妍妩，等. 多模式策略对重症监护病房耐碳青霉烯类肠杆菌干预效果评价[J]. 中国消毒学杂志，2018，35(12)：909－911.
Wang GF, Wang FB, Yuan YW, et al. Evaluation of the effect of multi mode strategy in carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* bacteria management in ICU[J]. Chinese Journal of Disinfection, 2018, 35(12): 909－911.

[18] 宋晓，陈秋兰，付立平. 以消毒为导向的集束化管理模式在 ICU 环境清洁消毒质量管理中的应用效果[J]. 中国感染控制杂志，2024，23(6)：742－749.
Song X, Chen QL, Fu LP. Application effect of disinfection-oriented bundle management mode on environmental cleaning and disinfection quality management of intensive care unit[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2024, 23(6): 742－749.

[19] 王雪玉. DRGs 调整下高风险科室多重耐药菌感染的干预研究[D]. 太原：山西医科大学，2023.
Wang XY. Intervention study on multi-drug resistance organism infection in high-risk departments under the adjustment of DRGs[D]. Taiyuan: Shanxi Medical University, 2023.

[20] 孙琳琳，盖凤春，赵静怡，等. 基于循证的集束化干预策略在 ICU 多重耐药菌感染控制中的应用研究[J]. 长春中医药大学学报，2022，38(4)：448－451.
Sun LL, Ge FC, Zhao JY, et al. Application of the evidence-based bundle intervention strategy in ICU infection control of multidrug-resistant bacteria[J]. Journal of Changchun University of Chinese Medicine, 2022, 38(4): 448－451.

[21] 陈菲. 某综合医院多重耐药菌感染变化趋势及预防控制措施落实情况研究[D]. 合肥：安徽医科大学，2021.
Chen F. Study on the trend of multiple drug-resistant orga-

nisms infection and the implementation of prevention and control measures in a general hospital[D]. Hefei: Anhui Medical University, 2021.

[22] 陶晓燕，闵昌航，于婷，等. ICU 与非 ICU 血培养病原菌组成及耐药特点[J]. 中国抗生素杂志，2022，47(11)：1207－1215.
Tao XY, Min CH, Yu T, et al. Characteristics of composition and antimicrobial resistance of pathogens in blood culture between ICU and non-ICU[J]. Chinese Journal of Antibiotics, 2022, 47(11): 1207－1215.

[23] 全国细菌耐药监测网. 2021 年全国细菌耐药监测网骨科细菌耐药监测报告[J]. 中华医院感染学杂志，2023，33(22)：3396－3402.
China Antimicrobial Resistance Surveillance System. Antimicrobial resistance surveillance reports from patients of orthopedics departments from China Antimicrobial Resistance Surveillance System in 2021[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2023, 33(22): 3396－3402.

[24] Ciapponi A, Bardach A, Sandoval MM, et al. Systematic review and meta-analysis of deaths attributable to antimicrobial resistance, Latin America[J]. Emerg Infect Dis, 2023, 29(11): 2335－2344.

[25] 韩静静，徐亚青，何宇红，等. 重症医学科多重耐药菌致 HAP 的危险因素及治疗情况分析[J]. 中国感染控制杂志，2015，14(6)：374－378.
Han JJ, Xu YQ, He YH, et al. Risk factors and treatment of hospital-acquired pneumonia due to multidrug-resistant organisms in intensive care unit[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2015, 14(6): 374－378.

[26] Damji S, Perrott J, Shajari S, et al. Pattern of acquisition of hospital-associated pathogens in the ICU of an academic tertiary care hospital[J]. J Assoc Med Microbiol Infect Dis Can, 2022, 7(2): 108－116.

[27] Kumar A, Chaudhary CN, Hazra N. Risk factors for acquisition of carbapenem resistant *Acinetobacter baumannii* in intensive care unit of a tertiary care hospital[J]. Int J Sci Res, 2018, 7(8): 1423－1427.

（本文编辑：翟若南）

本文引用格式：裴小琴，马轶，梁子超，等. ICU 三级感染防控管理多重耐药菌防控效果：一项前瞻性研究[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(3)：344－351. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20262960.

Cite this article as: PEI Xiaoqin, MA Yi, LIANG Zichao, et al. Effect of three-tier infection prevention and control management on the prevention and control of multidrug-resistant organism in intensive care unit: a prospective study[J]. Chin J Infect Control, 2026, 25(3): 344－351. DOI: 10.12138/j.issn.1671－9638.20262960.