DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20263083

论著·超级细菌感染防控专题

# 基于风险预测模型的多学科协作在 ICU 耐碳青霉烯类革兰阴性杆菌感染防控中的作用

赵心田[1]，袁晓宁[1]，郑佳佳[2]，应颖秋[3]，朱明珂[4]，李宇轩[5]，邢　燕[1,6]，张会芝[1]
（北京大学第三医院 1. 医院感染管理处；2. 检验科；3. 药剂科；4. 呼吸与危重医学科；5. 危重医学科；6. 儿科，北京 100191）

［摘　要］ **目的**　本研究旨在评价基于医院感染风险预测模型的多学科协作（MDT）在重症监护病房（ICU）患者耐碳青霉烯类革兰阴性杆菌（CRGNB）感染防控中的作用，以期降低 ICU 医院感染发病率和 CRGNB 医院感染发病率。**方法**　依据 ICU 患者 CRGNB 医院感染风险预测模型构建风险评估表，并制定低、中、高风险组的分级防控策略。由医院感染管理处牵头，ICU 医护团队、检验科、药剂科等部门参与的 MDT 团队，通过实时监测、强化隔离措施、规范抗菌药物使用及环境消毒等集束化管理策略防控 CRGNB 感染。回顾性收集 2024 年 1—6 月（实施前）及 2025 年 1—6 月（实施后）各 ICU 病例资料，应用 SPSS 24.0 和 R 4.2.0 统计软件比较防控策略实施前后 ICU 患者医院感染发病率和 CRGNB 医院感染发病率。**结果**　共收集 2024 年 1—6 月 2 514 例及 2025 年 1—6 月 2 661 例 ICU 病例资料。实施基于风险预测模型的 MDT 管理后，ICU 医院感染发病率显著下降，差异具有统计学意义（10.10% VS 7.63%，$P<0.05$）。2025 年 1—6 月 ICU 患者 CRGNB 医院感染例次发病率从 2024 年同期的 4.06% 降至 1.92%，差异具有统计学意义（$P<0.05$），其中，危重医学科病房 CRGNB 医院感染发病率下降最为明显，由 8.12% 降至 2.70%，差异具有统计学意义（$P<0.05$）。**结论**　基于医院感染风险预测模型制定针对性防控策略并结合多学科协作，可有效降低 CRGNB 医院感染发病率，该防控模式为 ICU 感染防控提供科学参考，未来可结合动态监测进一步优化模型。

［关　键　词］ 耐碳青霉烯类革兰阴性杆菌；医院感染；多学科协作；早期干预
［中图分类号］ R181.3+2　R378

# Role of multidisciplinary team based on risk prediction models in the prevention and control of carbapenem-resistant Gram-negative bacillus infection in intensive care units

*ZHAO Xintian*[1], *YUAN Xiaoning*[1], *ZHENG Jiajia*[2], *YING Yingqiu*[3], *ZHU Mingke*[4], *LI Yuxuan*[5], *XING Yan*[1,6], *ZHANG Huizhi*[1] (1. *Department of Healthcare-associated Infection Management*; 2. *Department of Laboratory Medicine*; 3. *Department of Pharmacy*; 4. *Department of Pulmonary and Critical Care Medicine*; 5. *Department of Critical Care Medicine*; 6. *Department of Pediatrics*, *Peking University Third Hospital*, *Beijing* 100191, *China*)

［**Abstract**］ **Objective**　To assess the role of multidisciplinary team (MDT) based on healthcare-associated infection (HAI) risk prediction model in the prevention and control of carbapenem-resistant Gram-negative bacillus (CRGNB) infection in patients in intensive care units (ICUs), so as to reduce the incidence of HAI and CRGNB

［收稿日期］ 2025－10－13
［基金项目］ 中华预防医学会医院感染控制分会医院感染学科发展的青年人才托举项目（CPMA-HAIC-2024012900118）；首都卫生发展科研专项项目（首发 2024-2G-40916）
［作者简介］ 赵心田（1994－），女（汉族），北京市人，管理助理研究员，主要从事医院感染预防与控制及医院感染监测研究。
［通信作者］ 邢燕　E-mail：xingyan@bjmu.edu.cn

infection in ICUs. **Methods** Based on the CRGNB HAI risk prediction model for ICU patients, a risk assessment table was constructed, and graded prevention and control strategies for low-, medium-, and high-risk groups were developed. MDT, which was led by HAI management department and participated by ICU medical team, department of laboratory medicine, and department of pharmacy, performed bundled management strategies such as real-time monitoring, strengthened isolation measures, standardized use of antimicrobial agents, and environmental disinfection to prevent and control CRGNB infection. Data of ICU patients from January to June 2024 (before implementation) and January to June 2025 (after implementation) were collected retrospectively. SPSS 24.0 and R 4.2.0 statistical softwares were used for statistical analysis. Incidences of HAI and CRGNB HAI in ICU patients before and after the implementation of the prevention and control strategies were compared. **Results** Data of 2 514 cases from January to June 2024 and 2 661 cases from January to June 2025 in ICUs were collected. After implementing MDT management based on risk prediction model, the incidence of HAI in ICU decreased significantly, with a statistically significant difference (10.10% vs 7.63%, $P<0.05$). From January to June 2025, the case incidence of CRGNB HAI in ICU patients decreased from 4.06% in the same period of 2024 to 1.92%, with a statistically significant difference ($P<0.05$). Incidence of CRGNB HAI in department of critical care medicine decreased most significantly, from 8.12% to 2.70%, with a statistically significant difference ($P<0.05$). **Conclusion** The highly targeted prevention and control strategies based on HAI risk prediction model in combination with MDT can effectively reduce the incidence of CRGNB HAI. This prevention and control mode provides scientific reference for the prevention and control of infection in ICUs. In the future, dynamic monitoring can be integrated to further optimize the model.

[**Key words**] carbapenem-resistant Gram-negative bacillus; healthcare-associated infection; multidisciplinary team; early intervention

医院感染是患者医疗安全的重要危险因素之一，特别是耐碳青霉烯类革兰阴性杆菌（carbapenem-resistant gram-negative bacillus，CRGNB）感染已成为全球公共卫生重大威胁[1]。重症监护病房（ICU）患者因病情危重、免疫功能低下、侵入性操作多等特点，成为 CRGNB 定植与感染的高危人群[2-4]。我国虽相继发布相关技术指引与防控标准[5-6]，但 CRGNB 感染仍处于高水平，给医院感染防控带来巨大挑战。全国细菌耐药监测网[7]（China Antimicrobial Resistance Surveillance System，CARSS）2023 年最新数据显示，全国 ICU CRGNB 检出率显著高于其他病区，特别是耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌（CRKP）、耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌（CRPA）和耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌（CRAB）的检出率分别高达 21.7%、26.5%和 80.6%，严重危害患者安全[8-9]。如何有效降低 ICU CRGNB 定植和感染仍然是重症医学和医院感染防控关注的热点问题。研究[10]显示，构建医院感染风险预测模型有助于感染控制，而多学科协作（multidisciplinary team，MDT）模式通过整合感染管理、临床、药学、微生物等多学科资源，可促进制定个性化防控策略[11-13]。然而，目前基于风险预测模型的 MDT 防控模式在降低 ICU 患者 CRGNB 感染方面的研究尚少，国内针对 CRGNB 感染风险模型开展早期干预的报道仍较为有限。因此，本研究基于 ICU 患者 CRGNB 感染风险预测模型，通过构建 MDT 管理架构，制定医院感染分级防控策略，并应用于 ICU 医院感染防控，以期早期识别 ICU 患者感染并及时干预，从而降低 CRGNB 感染，为提升医院感染管理水平提供科学依据。

## 1　对象与方法

1.1　研究对象　通过某三级甲等医院电子病历系统回顾性收集 2024 年 1—6 月（措施实施前）与 2025 年 1—6 月（措施实施后）ICU 患者的临床资料，包括外科危重医学科病房（surgical intensive care unit，SICU）、呼吸与危重症监护病房（respiratory intensive care unit，RICU）、心脏重症与心力衰竭监护病房（coronary care unit，CCU）和心脏外科监护病房（cardiovascular surgery intensive care unit，CSICU）。分析患者医院感染、CRGNB 医院感染相关指标。

纳入标准：（1）病原学培养结果阳性；（2）符合《医院感染诊断标准（试行）》[14]，确认为医院感染。排除标准：（1）病历资料不全者；（2）住院时长＜2 d 或＞90 d。本研究获得医院伦理委员会批准（伦理编号：M2024243）。

1.2 研究方法

1.2.1 ICU 患者 CRGNB 感染风险评估表构建 基于前期研究结果，机械通气、急性生理学与慢性健康状况评分系统Ⅱ（APACHE Ⅱ）评分≥15 分、急诊入院、C 反应蛋白≥10 mg/L、酶抑制剂复方制剂用药史、碳青霉烯类药物用药史是 ICU 患者 CRO 感染的危险因素（$P<0.05$）[15]。根据 logistic 方程中偏回归系数的 β 值（四舍五入后取整数），给每个潜在的风险因子进行赋分，最终获得 ICU 患者 CRGNB 感染风险评估表，见表 1。根据患者风险评估得分，将患者分为三组：低风险组（0～2 分）、中风险组（3～4 分）和高风险组（5～8 分）。

**表 1** ICU 新入科患者 CRGNB 风险评估表

**Table 1** CRGNB risk assessment form for newly admitted patients in ICUs

| 指标 | 得分 | |
|---|---|---|
| 使用有创呼吸机 | □是（2 分） | □否（0 分） |
| APACHE II 评分≥15 分 | □是（1 分） | □否（0 分） |
| 急诊入院 | □是（1 分） | □否（0 分） |
| CRP≥10 mg/L | □是（1 分） | □否（0 分） |
| 使用酶抑制剂及复方制剂（舒巴坦、氨苄西林/舒巴坦、哌拉西林/舒巴坦、哌拉西林/他唑巴坦、替卡西林/克拉维酸、头孢哌酮/舒巴坦、头孢他啶/阿维巴坦） | □是（1 分） | □否（0 分） |
| 使用碳青霉烯类药物（厄他培南、美罗培南、亚胺培南/西司他丁） | □是（2 分） | □否（0 分） |

1.2.2 制定 ICU 患者医院感染防控早期干预策略

1.2.2.1 建立 MDT 协作 CRGNB 防控医院感染管理机制 由医院感染管理处牵头成立 MDT 工作组，共同商讨制定防控策略。工作组成员包括医院感染管理处、医务处、护理部、检验科、药剂科、总务处、信息中心及各 ICU 病房医疗主任。定期召开 MDT 讨论会，分析近期 ICU 患者 CRGNB 感染情况，并提出拟解决问题和改进措施。各部门分工明确，采取集束化管理措施。①医院感染管理处：专职人员负责监测 ICU 患者 CRGNB 感染情况，并进行动态分析；追踪新入科患者风险评估情况；定期督查 ICU 感染防控相关措施执行情况及时纠偏，并在工作会议上反馈；将发现的系统风险及时反馈给相关科室负责人，并指导、督促持续改进。②医务处：负责统筹安排医生培训，规范病历书写、病原学送检及开具接触隔离医嘱等。③护理部：统筹组织护理人员及第三方护理员等开展培训并落实相关感染防控措施。④检验科：微生物室负责标本的培养和鉴定，及时反馈短期内聚集现象和新发现菌种。⑤药剂科：负责指导临床医生合理使用抗菌药物。⑥总务处：监管保洁人员落实清洁消毒等措施，特别是 CRGNB 感染患者环境处理。⑦信息中心：负责设计、开发和维护医院感染实时监测系统目标监测模块，实现 CRGNB 信息化监测及风险预警。⑧临床科室工作人员：落实 ICU 患者入科风险评估并给予相应防控措施，对于执行过程中发现的问题及时分析、改进，并于工作会议上反馈。

1.2.2.2 制定 ICU 患者 CRGNB 感染防控早期干预策略 结合 ICU 患者 CRGNB 感染风险评估表及 MDT 团队讨论结果，对每例新入科患者（除周转患者）于 48 h 内进行 CRGNB 感染风险评估，最终确定不同风险组干预措施如下。①低风险组：常规诊疗，落实标准预防。②中风险组：在做好标准预防基础上，接触患者时应佩戴手套，并定期筛查，合理使用抗菌药物，避免不必要的转运。③高风险组：直接视作耐药菌感染患者，采取接触隔离措施，单间隔离并张贴隔离标识；条件允许情况下，每日使用葡萄糖氯己定湿巾擦浴，每 5 d 为一个疗程，每月两个疗程[16-18]；使用 0.02%的醋酸氯己定溶液对 ICU 机械通气患者进行口腔护理，每天 4 次，5 d 为 1 个疗程，每月 2 个疗程[16-17]；在患者床单元放置医疗废物桶，及时收集诊疗过程中产生的医疗废物；护理用具如体温表、听诊器等专人专用，保持清洁，每日擦拭或浸泡消毒，不能专用的一用一消毒；每天 4 次（含有效氯 1 000 mg/L 的消毒剂）擦拭病室物体表面，严格遵守清洁单元进行清洁消毒，一物一巾（如床头桌、床单位、座椅、储物柜等），顺序由洁到污，有污染随时清洁消毒。

1.3 统计分析 应用 SPSS 24.0 和 R 4.2.0 统计软件进行数据整理和分析，计数资料以频数和百分率表示。比较基于 CRGNB 医院感染风险预测模型形成的风险评估和 MDT 制定的防控措施实施前后 ICU 医院感染发病率、ICU 患者 CRGNB 检出率及医院感染发病率。比较 2025 年 1—6 月与 2024 年同期数据，评价防控措施的有效性，组间比较采用卡方检验，$P\leq0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 ICU 医院感染发生情况 2025 年 1—6 月共监测 ICU 患者 2 661 例，其中 SICU 518 例，RICU 357 例，CCU 1 367 例，CSICU 419 例；2024 年同期

共监测 2 514 例 ICU 患者，其中 SICU 505 例，RICU 342 例，CCU 1 240 例，CSICU 427 例。2025 年 1—6 月 ICU 总体医院感染发病率（包含各感染部位及病原菌）为 7.63%（203/2 661），较 2024 年同期的 10.10%（254/2 514）有所下降（$\chi^2=10.742$，$P=0.001$），特别是 SICU 病房医院感染发病率由 2024 年的 18.42% 降至 2025 年上半年的 11.58%，差异有统计学意义（$\chi^2=9.386$，$P=0.002$），见表 2。

**表 2**　2025 年 1—6 月与 2024 年同期各 ICU 医院感染情况对比

**Table 2**　Comparison of HAI in ICUs from January to June 2025 and the same period in 2024

| 科室 | 2024 年 1—6 月 | | 2025 年 1—6 月 | | $\chi^2$ | $P$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 医院感染例次数 | 医院感染例次发病率（%） | 医院感染例次数 | 医院感染例次发病率（%） | | |
| SICU | 93 | 18.42 | 60 | 11.58 | 9.386 | 0.002 |
| RICU | 99 | 28.95 | 88 | 24.65 | 1.646 | 0.199 |
| CCU | 35 | 2.82 | 42 | 3.07 | 0.142 | 0.707 |
| CSICU | 27 | 6.32 | 13 | 3.10 | 4.869 | 0.027 |
| 合计 | 254 | 10.10 | 203 | 7.63 | 10.742 | 0.001 |

2.2　ICU 患者 CRGNB 医院感染发生情况

2.2.1　ICU 患者 CRGNB 检出情况　2025 年 1—6 月检出率排名前 4 位的 CRGNB 分别为耐碳青霉烯类大肠埃希菌（CRECO，84.21%）、CRKP（64.26%）、CRPA（62.71%）、CRAB（53.24%），数值较 2024 年同期有所升高，但差异均无统计学意义。见表 3。

**表 3**　2025 年 1—6 月与 2024 年同期 CRGNB 检出率（%）

**Table 3**　Detection rates of CRGNB from January to June 2025 and the same period in 2024 （%）

| 时期 | CRAB | CRKP | CRPA | CRECO | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2025 年 1—6 月 | 53.24(148/278) | 64.26(178/277) | 62.71(111/177) | 84.21(48/57) | 61.47(485/789) |
| 2024 年 1—6 月 | 52.87(175/331) | 59.77(260/435) | 58.71(118/201) | 75.68(56/74) | 58.50(609/1 041) |
| $\chi^2$ | 0.008 | 1.441 | 0.632 | 1.433 | 1.816 |
| $P$ | 0.928 | 0.230 | 0.427 | 0.231 | 0.178 |

2.2.2　实施 CRGNB 医院感染防控措施前后 ICU 患者医院感染情况　实施 CRGNB 医院感染防控措施后，该院 ICU 医院感染情况均有较大改善。对于重点关注的 CRGNB 医院感染情况，除 CSICU 无显著变化，其余 ICU（SICU、RICU、CCU）患者 CRGNB 感染发病率均较 2024 年同期下降，差异均有统计学意义（均 $P<0.05$），见表 4。2025 年 51 例 CRGNB 医院感染患者中，低、中、高风险组占比呈现逐级增加趋势，分别为 19.6%、37.3% 和 43.1%。

**表 4**　2025 年 1—6 月与 2024 年同期各 ICU 患者 CRGNB 医院感染情况对比

**Table 4**　Comparison of CRGNB HAI among ICU patients from January to June 2025 and the same period in 2024

| 科室 | 2024 年 1—6 月 | | 2025 年 1—6 月 | | $\chi^2$ | $P$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 感染例次数 | CRGNB 医院感染例次发病率（%） | 感染例次数 | CRGNB 医院感染例次发病率（%） | | |
| SICU | 41 | 8.12 | 14 | 2.70 | 16.091 | <0.001 |
| RICU | 49 | 14.33 | 30 | 8.40 | 6.115 | 0.013 |
| CCU | 9 | 0.73 | 3 | 0.22 | 5.197 | 0.023 |
| CSICU | 3 | 0.70 | 4 | 0.95 | 0.164 | 0.686 |
| 合计 | 102 | 4.06 | 51 | 1.92 | 20.647 | <0.001 |

## 3 讨论

本研究通过实施基于 CRGNB 医院感染风险预测模型的 MDT 制定的医院感染防控策略，积极落实主动筛查，加强患者管理及环境消毒等措施，有效降低了 ICU 患者 CRGNB 医院感染发病率。结果提示，建立一套针对性集束化防控体系可有效保障患者安全，提升医疗质量。

3.1 医院感染风险评估及早期干预在降低 ICU 患者 CRGNB 感染中的作用 本研究结果显示，2025 年 1—6 月较 2024 年同期革兰阴性杆菌对碳青霉烯类药物耐药率有所升高，说明大环境 CRGNB 定植或社区感染情况严重，增加了医院感染防控压力。根据监测结果，CRGNB 感染患者中，中高风险的患者是感染防控的重中之重（占比 80.4%），尤其是高风险患者（占比 43.1%），存在多种耐药菌叠加感染的情况，影响患者预后，这也从侧面反映了重症患者 CRGNB 医院感染防控的难度及必要性。面对较前增加的 CRGNB 感染防控压力，该院通过采取基于医院感染风险预测模型的 MDT 医院感染防控模式，制定医院感染分级防控策略，有效将 ICU CRO 医院感染发病率由 2024 年的 4.06% 降至 1.92%。这与李园等[19]研究结果一致。本研究显示除 CSICU 外，各 ICU 病房 CRGNB 医院感染发病率均呈降低趋势，可能因 CSICU 大多病情相对单纯，较少涉及模型中纳入的危险因素，入科 48 h 内多为低风险患者，防护级别较低；但随着住院时间延长，以及术后侵入性操作增多，患者医院感染风险可能增加，所以 ICU 需进一步完善定期动态风险评估，及时调整患者风险及防控等级。研究[20-21]表明，CRGNB 医院感染可显著增加医疗费用，其平均住院费用是非医院感染者的 2～3 倍。而美国医院感染控制效果研究显示，采取感染控制措施可使医院感染发病率降低 32%[22]；每年感染控制投入 8 亿美元，可节约资金 24 亿美元，成本效益比为 1∶3[23]。

3.2 多学科协作在降低 ICU 患者 CRGNB 感染的作用 研究[11]显示，实施多部门、多学科管理，可有效降低 CRGNB 医院感染发病率，说明此类干预可促进 CRGNB 感染患者相关隔离措施有效落实[24]，同时提高医务人员及第三方工作人员感染防控意识。本研究 MDT 工作组依据《多重耐药菌医院感染预防与控制技术指南（试行）》[25]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》[5]等指南，结合课题组基于医院感染风险预测模型对 ICU 新入院患者进行风险评估，并制定分层干预措施，对于高风险患者，提前实施接触隔离，通过严格落实手卫生、患者隔离、加强清洁消毒及必要时加穿隔离衣等防控措施，不仅有效预防高风险患者 CRGNB 感染，同时也有效切断 CRGNB 院内传播途径，阻止其在病室环境中播散。此外，通过与检验科、药剂科的联动，规范了临床抗菌药物使用及使用前病原学送检，多维度提升 ICU 医院感染防控能力。

虽然本研究取得了一定的成效，但仍存在不足，例如未充分利用风险评估表详细信息、防控策略实施后观察时期较短等，但随着医院感染管理水平提升以及人工智能在医院感染防控领域深入应用，可继续细化本研究模型，依据患者原发病细分为亚组，并基于医院感染监测，联合预测因子基线和纵向数据，捕捉个体特征随时间的纵向变化趋势，构建 CRGNB 感染动态预测模型，并进行验证应用，利用变量的时变信息更新风险预测，描述个体疾病风险的动态轨迹，提高模型的预测精度，为动态精准识别 CRGNB 感染高风险个体和及时干预提供重要价值。

综上所述，本研究基于医院感染风险预测模型制定针对性强的医院感染防控策略并与 MDT 结合，通过建立“早期预警－分层干预－多科协作”的 ICU 感染管理体系，有效降低 ICU 患者 CRGNB 及整体医院感染发病率，为 CRGNB 医院感染防控提供科学的新思路，助力医院感染精细化管理。

致谢

谨以此文向为本研究提供支持与帮助的各方致以诚挚谢意。

感谢医院感染管理处、医务处及护理部在协调组织与培训督导中提供的专业支持。感谢北京大学第三医院各 ICU 病房全体医护人员、检验科微生物室同仁、药剂科临床药师、总务处及信息中心在数据收集、措施落实与系统支持等方面给予的大力协作。最后，衷心感谢在论文撰写与修改过程中给予宝贵建议与指导的各位专家和同行。

贡献声明：赵心田负责研究概念与设计、数据分析、统计处理及模型构建，主导论文撰写，并协调研究全过程；袁晓宁、张会芝、邢燕参与研究设计，协调多学科资源，指导感染防控策略落实，并对论文内容进行重要修改与审阅；郑佳佳提供检验技术建议与

质量控制，审阅检验相关内容；应颖秋提供抗菌药物用药史分析与用药规范指导，审阅药学及用药相关内容；朱明珂、李宇轩参与危重患者临床管理与风险干预措施实施，审阅临床操作与实践部分。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]


[1] 张鸿娟，单斌，孟雪斐，等. 不同部位来源的耐碳青霉烯类肠杆菌目细菌检出情况及耐药性分析[J]. 中国合理用药探索，2021，18(10)：81－88.
Zhang HJ，Shan B，Meng XF，et al. Detection and drug resistance analysis of carbapenem-resistant *Enterobacterales* in different site infections[J]. Chinese Journal of Rational Drug Use，2021，18(10)：81－88.

[2] De Waele JJ，Boelens J，Leroux-Roels I. Multidrug-resistant bacteria in ICU：fact or myth[J]. Curr Opin Anaesthesiol，2020，33(2)：156－161.

[3] 王霞，邵欣，旷璐，等. 183 所三级医院 ICU 中心静脉导管相关血流感染防控护理实践的调查[J]. 中华护理杂志，2022，57(11)：1371－1377.
Wang X，Shao X，Kuang L，et al. Investigation of nursing prevention and control practice of central line-associated bloodstream infections in ICU of 183 tertiary hospitals[J]. Chinese Journal of Nursing，2022，57(11)：1371－1377.

[4] Zhou Y，Yu F，Yu Y，et al. Clinical significance of MDRO screening and infection risk factor analysis in the ICU[J]. Am J Transl Res，2021，13(4)：3717－3723.

[5] 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.
The Nosocomial Infection Control Society of Chinese Preventive Medicine Association，Infectious Diseases Branch of the Chinese Medical Association，Hospital Infection Management Professional Committee of China Hospital Association，et al. Technical guidelines for prevention and control of carbapenem-resistant gram-negative bacilli infection in China[J]. Chinese Journal of Nosocomiology，2019，29(13)：2075－2080.

[6] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 碳青霉烯类耐药肠杆菌预防与控制标准：WS/T 826－2023[S]. 北京：中国标准出版社，2023.
National Health Commission of the People's Republic of China. Standard for infection prevention and control of carbapenem-resistant *Enterobacterales*：WS/T 826－2023[S]. Beijing：Standards Press of China，2023.

[7] 全国细菌耐药监测网. 2023 年全国细菌耐药监测报告(简要版)[EB/OL]. (2024－11－18)[2025－06－19]. https://www.carss.cn/Report/Details?aId=978.
China Antimicrobial Resistance Surveillance System. National bacterial resistance surveillance report 2023(brief version)[EB/OL]. (2024－11－18)[2025－06－19]. https://www.carss.cn/Report/Details?aId=978.

[8] Chang HY，Wei J，Zhou WQ，et al. Risk factors and mortality for patients with bloodstream infections of *Klebsiella pneumoniae* during 2014－2018：clinical impact of carbapenem resistance in a large tertiary hospital of China[J]. Infect Public Health，2020，13(5)：784－790.

[9] Giraldi G，Montesano M，Napoli C，et al. Healthcare-associated infections due to multidrug-resistant organisms：a surveillance study on extra hospital stay and direct costs[J]. Curr Pharm Biotechnol，2019，20(8)：643－652.

[10] 杨向红，何方，吕智全，等. 老年危重病患者院内获得性耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌血流感染预后的相关因素[J]. 中华老年医学杂志，2020，39(5)：530－534.
Yang XH，He F，Lv ZQ，et al. Related risk factors for the prognosis of hospital-acquired carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* bloodstream infections in elderly patients with critical illness[J]. Chinese Journal of Geriatrics，2020，39(5)：530－534.

[11] 张玉红，巫元琴，宋凤莲，等. 多重耐药菌耐药性及其多学科协作模式防控效果[J]. 中华医院感染学杂志，2025，35(13)：1989－1994.
Zhang YH，Wu YQ，Song FL，et al. Drug resistant of multidrug-resistant organisms and prevention and control effectiveness of multidisciplinary collaboration mode[J]. Chinese Journal of Nosocomiology，2025，35(13)：1989－1994.

[12] 张映华，郭康乐，蔡玲，等. 多学科、多部门协作模式在多重耐药菌感染防控中有效性的 Meta 分析[J]. 甘肃医药，2024，43(8)：696－700.
Zhang YH，Guo KL，Cai L，et al. Meta analysis of the effectiveness of multidisciplinary，multisectoral collaboration models in the prevention and control of multidrug-resistant bacterial infections[J]. Gansu Medical Journal，2024，43(8)：696－700.

[13] 朱东林，葛昀，刘德丰，等. 多学科合作医院感染查房管理模式在 MDROs 医院感染控制中的效果[J]. 中华医院感染学杂志，2024，34(20)：3132－3136.
Zhu DL，Ge Y，Liu DF，et al. Effectiveness of multidisciplinary collaborative hospital infection rounds management model in MDROs hospital infection control[J]. Chinese Journal of Nosocomiology，2024，34(20)：3132－3136.

[14] 中华人民共和国卫生部. 关于印发医院感染诊断标准(试行)的通知：卫医发[2001]2 号[EB/OL]. (2001－11－07)[2025－08－27]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/gfxwj/200111/5d9cffd69efa495f9b340da3a50c7818.shtml.
Ministry of Health of the People's Republic of China. Notice on issuing nosocomial infection diagnosis standards (Trial)：WeiYiFa[2001] No. 2[EB/OL]. (2001－11－07)[2025－08－27]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/gfxwj/200111/5d9cffd69efa495f9b340 da3a50c7818.shtml.

[15] 赵心田，张会芝，王少利，等. 重症监护病房耐碳青霉烯类革兰阴性菌医院感染风险预测模型构建与验证[J]. 中华医院感染学杂志，2025，35(23)：3590－3595.
Zhao XT，Zhang HZ，Wang SL，et al. Construction and validation of a risk prediction model for hospital-associated infection caused by carbapenem-resistant gram-negative organism in intensive care unit[J]. Chinese Journal of Nosocomiology，2025，35(23)：3590－3595.

[16] 施晓柳，施金梅，沈红五，等. 成人 ICU 患者多重耐药菌感染预防与控制的最佳证据总结[J]. 中华护理杂志，2024，59(6)：727－735.
Shi XL，Shi JM，Shen HW，et al. Summary of best evidence for prevention and control of multidrug-resistant organism infection in adult ICU[J]. Chinese Journal of Nursing，2024，59(6)：727－735.

[17] 杨启文，吴安华，胡必杰，等. 临床重要耐药菌感染传播防控策略专家共识[J]. 中国感染控制杂志，2021，20(1)：1－14.
Yang QW，Wu AH，Hu BJ，et al. Expert consensus on strategies for the prevention and control of spread of clinically important antimicrobial-resistant organisms[J]. Chinese Journal of Infection Control，2021，20(1)：1－14.

[18] 黄勋，邓子德，倪语星，等. 多重耐药菌医院感染预防与控制中国专家共识[J]. 中国感染控制杂志，2015，14(1)：1－9.
Huang X，Deng ZD，Ni YX，et al. Chinese experts' consensus on prevention and control of multidrug resistance organism healthcare-associated infection[J]. Chinese Journal of Infection Control，2015，14(1)：1－9.

[19] 李园，邵光南，顾克菊，等. 某三甲医院重症监护病房耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌环境监测及防控措施[J]. 中华医院感染学杂志，2025，35(9)：1391－1395.
Li Y，Shao GN，Gu KJ，et al. Prevention，control monitoring of environmental carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* in intensive care unit of a three-A hospital[J]. Chinese Journal of Nosocomiology，2025，35(9)：1391－1395.

[20] 王丹，朱丹，夏敏，等. 预防综合 ICU 多重耐药菌医院感染的成本效益分析[J]. 中国感染控制杂志，2021，20(12)：1119－1125.
Wang D，Zhu D，Xia M，et al. Cost-benefit of prevention of multidrug-resistant organism healthcare-associated infection in a general intensive care unit[J]. Chinese Journal of Infection Control，2021，20(12)：1119－1125.

[21] Jia HX，Li WG，Hou TY，et al. The attributable direct medical cost of healthcare associated infection caused by multidrug resistance organisms in 68 hospitals of China[J]. Biomed Res Int，2019，2019：7634528.

[22] Haley RW，Culver DH，White JW，et al. The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in US hospitals[J]. Am J Epidemiol，1985，121(2)：182－205.

[23] Kostakoğlu U，Saylan S，Karataş M，et al. Cost analysis and evaluation of nosocomial infections in intensive care units[J]. Turk J Med Sci，2016，46(5)：1385－1392.

[24] 毛秋云，贾超，张玲，等. 多学科协作在多重耐药菌感染防控中的应用研究[J]. 护理管理杂志，2020，20(10)：749－752.
Mao QY，Jia C，Zhang L，et al. Application of multidisciplinary cooperation in prevention and control of multidrug-resistant organism infection[J]. Journal of Nursing Administration，2020，20(10)：749－752.

[25] 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]. 中国危重病急救医学，2011，23(2)：65.
Ministry of Health of the People's Republic of China. Technical guidelines for the prevention and control of hospital infections caused by multi-drug resistant bacteria (Trial)[J]. Chinese Critical Care Medicine，2011，23(2)：65.

（本文编辑：翟若南）

**本文引用格式**：赵心田，袁晓宁，郑佳佳，等. 基于风险预测模型的多学科协作在 ICU 耐碳青霉烯类革兰阴性杆菌感染防控中的作用[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(4)：514－520. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20263083.

***Cite this article as***：ZHAO Xintian，YUAN Xiaoning，ZHENG Jiajia，et al. Role of multidisciplinary team based on risk prediction models in the prevention and control of carbapenem-resistant Gram-negative bacillus infection in intensive care units[J]. Chin J Infect Control，2026，25(4)：514－520. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20263083.