

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20245446

· 论 著 ·

## 医疗机构开展主动筛查联合干预对 CRE 防控效果的 Meta 分析

吴晓琴, 郭 风, 石理冉, 李 瑾, 阚红侠, 李艾英

(江苏省徐州市贾汪区人民医院感染管理科, 江苏 徐州 221011)

**[摘要]** **目的** 采用荟萃分析的方法, 系统评价中国医疗机构开展主动筛查对耐碳青霉烯类肠杆菌目细菌 (CRE) 医院感染的防控效果。**方法** 计算机检索万方数据库、维普医学网、中国知网、中国生物医学文献数据库、Embase、PubMed、Cochrane Library、Web of Science 8 个数据库自建库至 2024 年 4 月发表的关于中国医疗机构 CRE 主动筛查联合干预的研究, 采用 Meta 分析研究主动筛查联合干预对 CRE 的防控效果。**结果** 共纳入文献 14 篇, 含 12 篇非随机对照研究, 2 篇随机对照研究。Meta 分析结果显示, 开展住院患者 CRE 主动筛查并及时采取干预措施可有效降低 CRE 医院感染发病率[相对危险度( $RR$ ) = 0.51, 95% $CI$  (0.43, 0.61),  $P < 0.05$ ]。**结论** 开展住院患者的 CRE 主动筛查联合干预能有效降低 CRE 医院内交叉感染的风险。

**[关键词]** 耐碳青霉烯类肠杆菌目细菌; 主动筛查; 医院感染; Meta 分析

**[中图分类号]** R181.3<sup>+</sup>2

## Effectiveness of active screening combined with intervention in CRE prevention and control in medical institutions: a Meta-analysis

WU Xiao-qin, GUO Feng, SHI Li-ran, LI Jin, KAN Hong-xia, LI Ai-ying (Department of Infection Management, The People's Hospital of Jiawang District of Xuzhou City, Xuzhou 221011, China)

**[Abstract]** **Objective** To systematically evaluate the effectiveness of active screening in the prevention and control of healthcare-associated infection (HAI) with carbapenem-resistant *Enterobacterales* (CRE) in Chinese medical institutions through Meta-analysis. **Methods** Studies on active screening combined with intervention for CRE in Chinese medical institutions published from the establishment of databases to April 2024 were retrieved from Wanfang Database, VIP database, China National Knowledge Infrastructure, China Biomedical Literature Database, Embase, PubMed, Cochrane Library, and Web of Science. Meta-analysis was performed to study the effectiveness of active screening combined with intervention in CRE prevention and control. **Results** A total of 14 literatures were included in the analysis, including 12 non-randomized controlled studies and 2 randomized controlled studies. Meta-analysis results showed that active screening and timely intervention measures against CRE in hospitalized patients could effectively reduce the incidence of HAI with CRE (relative risk [ $RR$ ] = 0.51, 95% $CI$  [0.43, 0.61],  $P < 0.05$ ). **Conclusion** Active screening combined with intervention for CRE among hospitalized patients can effectively reduce the risk of CRE cross infection in hospitals.

**[Key words]** carbapenem-resistant *Enterobacterales*; active screening; healthcare-associated infection; Meta-analysis

伴随广谱抗菌药物的过度使用, 细菌耐药已经成为迫切需要关注和解决的热点和难点。Bassetti 等<sup>[1]</sup>

预测, 预计 2050 年全球 1 000 万人将死于超级耐药细菌感染, 超过因癌症死亡的人数, 经济损失可达

**[收稿日期]** 2024-06-08

**[基金项目]** 徐州市科技局科研基金资助(KC22280); 徐州市科技局重大科研项目基金资助项目编号(KC23142); 江苏省医院协会科研基金资助(JSYGY-3-2023-288)

**[作者简介]** 吴晓琴(1969-), 女(汉族), 江苏省徐州市人, 副教授, 主要从事医院感染预防与控制研究。

**[通信作者]** 吴晓琴 E-mail: 1652672427@qq.com

100 万亿美元。研究<sup>[2]</sup>显示,2019 年全球 92.9 万人因耐药菌感染而死亡。耐碳青霉烯类肠杆菌目细菌(carbapenem-resistant *Enterobacterales*, CRE)作为“超级细菌”,2014 年被美国疾病预防控制中心(CDC)列为迫切需要采取行动的“公共卫生威胁”<sup>[3]</sup>;2017 年被世界卫生组织(World Health Organization, WHO)列为急需新型抗菌药物重点病原体清单中的最高等级—危急等级<sup>[4]</sup>。针对 CRE 感染患者治疗难度大、疾病负担重、病死率高的特点,加强 CRE 主动筛查等组合策略是防控 CRE 感染的关键环节<sup>[5-6]</sup>。欧洲疾病预防控制中心(ECDC)为进一步加强 CRE 的防控,建议对所有有 CRE“风险”的患者进行主动筛查,及时采取去定植及隔离措施,以减少 CRE 交叉传播<sup>[7]</sup>,WHO 也提出对高危的免疫力低下人群进行主动筛查<sup>[8]</sup>。我国国家卫生健康委员会发布的《碳青霉烯类耐药肠杆菌预防与控制标准》和权威专家共识也建议医疗机构根据风险评估结果及本地的流行数据开展主动筛查<sup>[9-10]</sup>,但现有研究对主动筛查的目标人群、有效性和成本效益仍存在争议<sup>[11-12]</sup>。本研究对国内关于住院患者主动筛查及联合干预对 CRE 防控效果的研究文献进行 Meta 分析,旨在提高 CRE 医院感染预防与控制效果。

## 1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准 纳入标准:①纳入研究设计类型包括随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)、非随机同期对照试验(non-randomized controlled trial, NRCT)、前后对照研究。②研究对象为国内综合医院或专科医院的重症监护病房(ICU)、血液内科、肿瘤内科等其他高危科室的新入院患者。③对照组采取常规的被动筛查方式(即医生根据患者病情及有无感染症状进行微生物送检)和有针对性实施 CRE 感染防控措施;试验组在对照组基础上实施主动筛查联合干预。④结局指标包括主要结局指标(CRE 医院感染发病率、检出率)和次要结局指标[多重耐药菌(multidrug-resistant organism, MDRO)感染率、检出率等]。⑤研究范围限定为中国内地。排除标准:排除重复发表的文献、综述、横断面调查数据、学术会议论文,以及无法获取原始数据,非中国内地医疗机构发表的文献。

1.2 检索策略 计算机检索 PubMed、Cochrane Library、Embase、Web of Science、中国生物医学文

献数据库、中国知网、万方数据库、维普医学网,检索时限从建库至 2024 年 4 月时间段内的所有文献,检索主题词及关键词为:MDRO、CRE、active screening、infection control、carbapenem resistant、*Enterobacterales*、主动筛查、多重耐药菌、肠杆菌目、医院感染、检出率、感染率、耐碳青霉烯类肠杆菌等。根据各个数据库的检索结果不断修正完善检索策略,并补充检索所获文献的参考文献、硕博论文、已发表的系统评价。

1.3 文献筛选与资料提取 将检索到的文献导入 NoteExpress 3.4 文献管理软件进行去重。由 2 名研究者独立按照纳入和排除标准进行文献初步筛选,如符合纳入标准,则对全文进一步阅读,确定最终纳入的文献。按照预先设计的 excel 资料提取表提取文献内容,包括第一作者、发表年份、研究设计类型、总样本量、研究时长、主动筛查及干预措施、结局指标(主要和次要指标)等。2 人核对无误后进行表格式数据汇总。如有争议,请第 3 名研究人员讨论解决。

1.4 文献质量评价 由 2 位研究者独立完成。依据改良版 Jadad 评分对 RCT 研究进行质量评价,该工具包括随机序列的产生(0~2 分)、分配隐藏(0~2 分)、盲法(0~2 分)、退出与失访(0~1 分),最高分 7 分。对纳入的 NRCT 文献,采用(methodological index for non-randomized study, MINORS)评价量表进行评分,该量表前 8 条针对无对照组研究进行文献质量评价,包括研究对象、研究目的、结局指标等,最高 16 分,每项 0~2 分<sup>[13-14]</sup>。

1.5 统计数据处理 应用 Review Manager 5.3 统计软件进行 Meta 合并,绘制 Meta 森林图。采用相对危险度(RR)为效应量并计算 95%的可信区间(95%CI)。异质性检验采用卡方检验,若异质性检验结果无统计学意义( $P > 0.10$ ,且  $I^2 \leq 50\%$ ),则认为研究间的异质性较小,采用固定效应模型进行合并分析;若异质性检验结果具有统计学意义( $P \leq 0.10$ 或  $I^2 > 50\%$ ),则表明纳入研究结果存在异质性,在分析异质性的来源后,再采用随机效应模型进行 Meta 分析,效应量检验水准为 0.05。

## 2 结果

2.1 文献筛选流程及结果 初步检索获得 1 965 篇相关文献,剔除重复文献后获得 1 165 篇文献,阅读摘要后剩 81 篇,阅读全文复筛后最终纳入 14 项

研究。文献筛选流程见图 1。

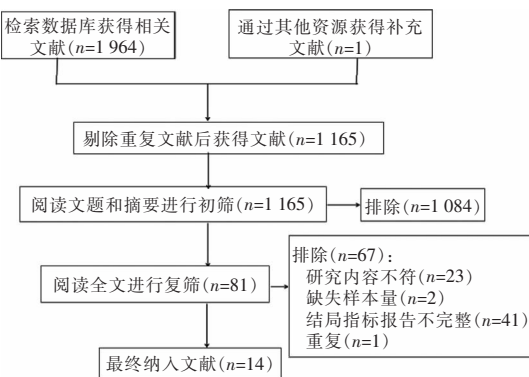


图 1 Meta 分析文献筛选流程图

Figure 1 Flow chart depicting literature selection process of the Meta-analysis

2.2 纳入研究的基本情况 纳入的 14 项研究中,开展研究数量 ICU 占比最高,为 71.4%,其次是血液内科(14.3%),开展研究较少的科室为新生儿科、肝脏移植中心。所有研究均报告了主动筛查联合干预对降低 CRE 医院感染发病率的效果,其次为 CRE 检出率、MDRO 感染发病率、合理使用抗菌药物强度、MDRO 核心防控措施执行情况、手卫生依从性等,见表 1。

2.3 纳入研究的方法学质量评价 本研究纳入的 14 项研究中,12 项为 NRCT 研究,采用 MINORS 量表评分,最高得分 14 分,平均得分 10.5 分,失分项集中在试验后的不良事件和失访率方面。纳入的 2 项 RCT 研究采用 Jadad 量表评分,最高得分 4 分,平均得分 4 分,评分为“0”分项是在研究设计中未体现盲法和进行随访。见表 1。

表 1 国内医疗机构开展主动筛查联合干预对 CRE 防控效果的 Meta 分析纳入研究的基本情况 & 质量评价结果

Table 1 Basic information and quality evaluation results of the included studies for Meta-analysis on the effectiveness of active screening combined with intervention in CRE prevention and control in Chinese medical institutions

纳入研究及发表年份	开展科室	研究时长 (T/C,个月)	样本量 (T/C,例)	CRE 感染例次 (T/C,例)	研究设计	干预措施	结局指标	质量评价结果
He 等 <sup>[15]</sup> ,2022	肝移植中心	20/8	55/65	4/11	NRCT	主动筛查 + 单间隔离 + 预防使用抗菌药物	①②⑥⑦	12
Zhou 等 <sup>[16]</sup> ,2023	ICU	12/12	2 010/1 755	70/92	NRCT	主动筛查 + 耐药基因监测	①③	10
刘敏等 <sup>[17]</sup> ,2022	EICU	12/12	869/918	10/14	NRCT	主动筛查 + 预隔离	①④	8
张映喜等 <sup>[18]</sup> ,2018	ICU	48/48	60/60	8/14	RCT	主动筛查 + 降阶梯集束化防控措施	①②⑧⑩	4
李宁等 <sup>[19]</sup> ,2022	血液内科	6/18	236/26	8/2	NRCT	主动筛查 + 隔离	①③	10
殷丽军等 <sup>[20]</sup> ,2021	新生儿科	12/12	11 374/11 813	32/70	NRCT	主动筛查 + 集中安置患者	①③④⑩	12
江一帆等 <sup>[21]</sup> ,2023	ICU	6/6	442/475	3/12	NRCT	咽拭子 + 肛拭子主动筛查	①④⑩⑫	10
王广芬等 <sup>[22]</sup> ,2018	ICU	12/12	880/815	8/17	NRCT	集束化干预 + 高危患者主动筛查	①⑤⑥	10
管红艳等 <sup>[23]</sup> ,2021	ICU	5/5	244/176	14/15	NRCT	主动筛查 + 尽早干预	①②	10
郭辅政等 <sup>[24]</sup> ,2018	ICU	5/5	96/96	2/9	RCT	主动筛查 + 培训、隔离	①③⑧⑩	4
陈玉等 <sup>[25]</sup> ,2022	ICU	24/24	1 834/1 636	17/19	NRCT	主动筛查 + 新入院患者予隔离	①④⑦⑧⑫	14
陈美恋等 <sup>[26]</sup> ,2017	ICU	5/10	1 596/731	11/12	NRCT	主动筛查 + 隔离	①③⑩	10
顾克菊等 <sup>[27]</sup> ,2016	ICU	9/12	240/240	11/42	NRCT	主动筛查 + 隔离 + 手卫生	①④⑨	10
黄细莲等 <sup>[28]</sup> ,2020	血液内科	4/19	401/115	10/13	NRCT	主动筛查 + 接触隔离 + 去定植	①③⑩	10

注: T 表示试验组(主动筛查联合干预), C 表示对照组(常规感染预防); ①代表 CRE 医院感染发病率, ②代表 CRE 检出率, ③代表 CRE 检出株数, ④代表 MDRO 感染率, ⑤代表手卫生依从率, ⑥代表碳青霉烯类抗生素使用强度, ⑦代表不良事件发生率, ⑧代表 ICU 驻留时间, ⑨代表 MDRO 定植率, ⑩代表 CRE 定植率, ⑪代表住院期间病死率, ⑫代表医院感染发病率。

## 2.4 Meta 分析结果

2.4.1 CRE 医院感染发病率 14 项研究报告了主动筛查联合干预对 CRE 医院感染发病率的影响, 合并结果显示研究间不存在异质性 ( $P = 0.18, I^2 = 26\%$ ), 故采用固定效应模型进行分析。结果显示,

试验组患者 CRE 医院感染发病率低于对照组, 差异有统计学意义 [ $RR = 0.51, 95\%CI(0.43, 0.61), P < 0.001$ ], 提示主动筛查联合干预可有效降低 CRE 感染风险。见图 2。漏斗图显示不对称, 提示可能存在发表偏移。见图 3。

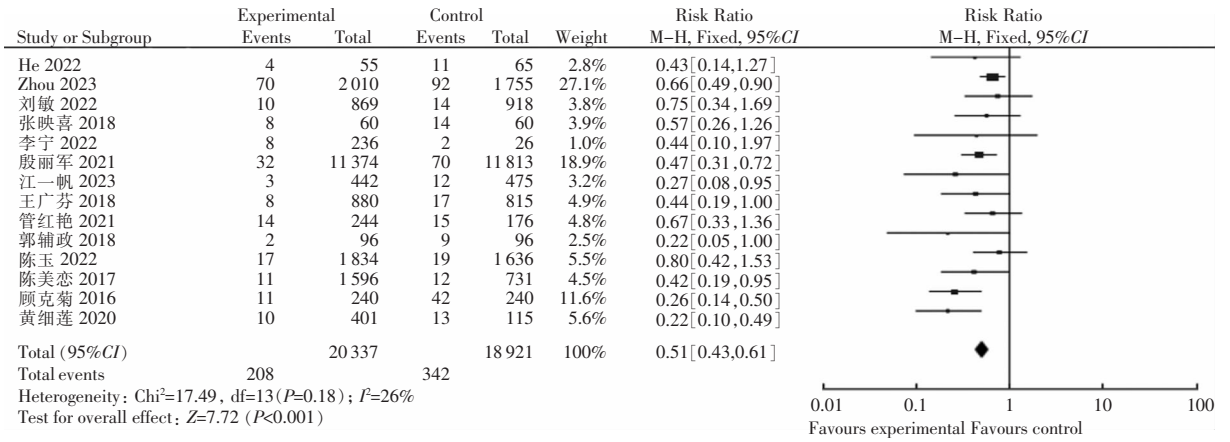


图 2 主动筛查对 CRE 医院感染发病率影响的森林图

Figure 2 Forest plot for the effect of active screening on the incidence of CRE healthcare-associated infection

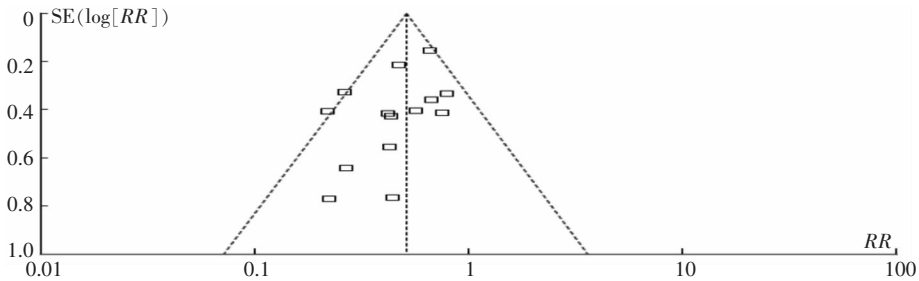


图 3 主动筛查对 CRE 医院感染发病率影响文献发表偏移漏斗图

Figure 3 Funnel plot for literature publication bias of the effect of active screening on the incidence of CRE healthcare-associated infection

2.4.2 CRE 检出情况 9 项研究报告了 CRE 检出率及检出 CRE 菌株数,因 6 项研究<sup>[16,19-20,24,26,28]</sup>仅报告了检出 CRE 菌株数,未报告同期该病原体检出总数,无法计算 CRE 检出率,因此不纳入合并分析。3 项研究报告了主动筛查前后 CRE 检出率,合并结

果显示研究间不存在异质性 ( $P = 0.55, I^2 = 0$ ),故采用固定效应模型进行分析。分析结果显示,试验组患者 CRE 检出率和对照组相比,差异无统计学意义 [ $RR = 0.87, 95\% CI(0.71, 1.08), P = 0.21$ ]。见图 4。

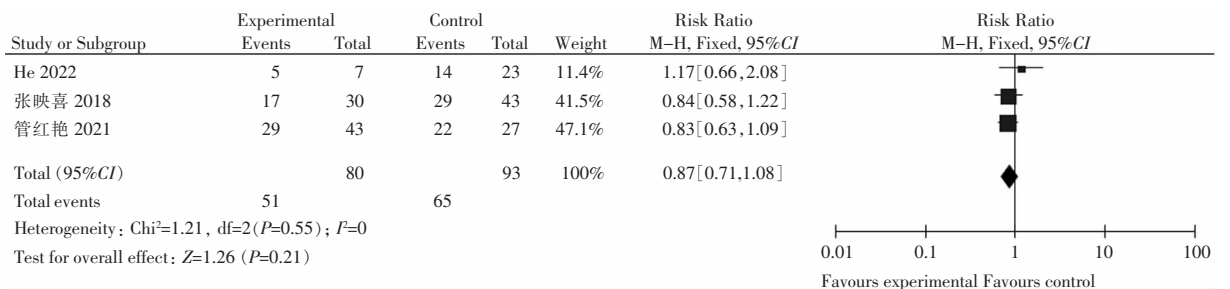


图 4 主动筛查对 CRE 检出率影响的森林图

Figure 4 Forest plot for the effect of active screening on CRE detection rate

2.5 敏感性分析 将针对结局指标 CRE 医院感染发病率和 CRE 检出率的 Meta 分析中纳入的研究

逐个剔除进行敏感性分析,结果显示合并效应量无明显改变,提示 Meta 分析结果较稳定。

### 3 讨论

CRE 定植是继发医院感染的高危因素<sup>[29]</sup>。刘思娣等<sup>[30]</sup>对高危科室住院患者 CRE 筛查的一项回顾性调查报告显示,肠道 CRE 阳性率最高的科室是综合 ICU。因此,有必要对高危科室住院患者加强肠道 CRE 筛查,及早发现 CRE 定植或感染,及时采取有效防控措施以减少医院交叉感染和传播的风险。一项 Meta 分析<sup>[31]</sup>显示,主动筛查可以尽早发现肠道定植菌,及时采取干预措施可以降低 CRE 定植病例医院感染发病率。本研究分析结果显示,主动筛查联合干预能降低 CRE 医院感染发病率,主动筛查前后 CRE 检出率差异无统计学意义( $P>0.05$ );特别是对 ICU、血液内科、新生儿科等高危科室及重点人群,CRE 主动筛查可尽早发现定植菌,并在条件允许情况下去定植,做好手卫生和接触隔离等干预措施,以切断 CRE 的交叉传播途径,从而降低 CRE 医院感染发病率,与郭琳雯等<sup>[32]</sup>的 Meta 分析结果相似。尽管本研究结果显示对高危科室住院患者开展 CRE 主动筛查联合干预措施可有效降低 CRE 医院感染发病率,且国内卫生行业标准、技术指引都建议开展主动筛查<sup>[9-10]</sup>,但是主动筛查可能会因采样造成的黏膜损伤(如直肠拭子),并增加额外的卫生资源消耗(如人力和经济),加重患者和社会的经济负担<sup>[33]</sup>。因此,开展主动筛查一方面要根据各医疗机构的实际情况,对特定的高危人群(如接受器官移植的患者)和出现 CRE 聚集流行时开展积极的主动筛查;另一方面,主动筛查只是一种监测手段,不是最终目的,需要联合接触隔离、手卫生、合理使用抗菌药物,并加强环境的清洁消毒等干预措施,对高危科室、重点人群科学地进行筛查和有效去定植,才可能取得更好的防控效果。

本研究纳入的医疗机构以经济发达地区(北京、上海、浙江)的三级以上综合及专科医院为主,中西部地区开展主动筛查研究尚未见报道,可能与地区经济水平和医院等级有关,提示未来应开展多中心、多地域的高质量干预研究,同时对开展主动筛查进行经济效益分析,将研究结局指标与患者预后,CRE 感染对医院资源消耗相联系,从而优化 CRE 防控工作。此外,一项 Meta 分析结果<sup>[34]</sup>显示,国内 ICU 患者发生 MDRO 感染会增加死亡风险,延长 ICU 滞留时间及加重患者的经济负担。本文纳入的研究主要结局指标为 CRE 医院感染发病率,3 项研究

报道了 CRE 检出率,仅有 2 项研究<sup>[24,28]</sup>报道了 CRE 感染患者病死率情况,3 项研究<sup>[18,24-25]</sup>报道了患者滞留 ICU 时间,但因研究病例来源于血液内科、ICU 2 个科室,患者病情相对危重,尚不能明确其死亡与 CRE 感染的关系。

目前,我国发布的卫生行业标准、专家共识、技术指引等,均建议开展 CRE 主动筛查,但是对于开展主动筛查的人群、时机、频次及主动筛查阳性后如何去定植,目前尚没有统一的做法。根据已有文献<sup>[35]</sup>报道,医疗机构可以根据收治患者的情况确定筛选人群,考虑患者的接受度和筛查费用,选择筛查的时机和频次,去定植方法包括局部/系统使用抗菌药物、粪菌移植、噬菌体、益生菌等,但以何种方式去定植,疗程多久,疗效评价如何进行,都尚在研究阶段,还需要更多循证证据的支持。总之,医疗机构主要根据已发表的文献和国内外指南、专家共识等进行主动筛查。

尽管本研究严格按照 Meta 分析方法学检索并分析大量关于主动筛查与耐药菌感染的相关文献,但仍存在一定的局限性和不足:首先,未纳入未发表的灰色文献和会议论文,研究结果可能会出现发表偏倚;其次,本研究纳入的 RCT 研究较少(仅 2 篇),且质量评价为中等,主要以前后对照的非 RCT 研究为主,文献质量稍低,结局指标也不完全统一,且以单中心研究为主,会导致研究结果的可靠性受到影响,故应扩大检索范围,纳入会议论文、临床试验注册平台等灰色文献。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

#### [参考文献]

- [1] Bassetti M, Poulakou G, Ruppe E, et al. Antimicrobial resistance in the next 30 years, humankind, bugs and drugs: a visionary approach[J]. *Intensive Care Med*, 2017, 43(10): 1464-1475.
- [2] Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis [J]. *Lancet*, 2022, 399(10325): 629-655.
- [3] Solomon SL, Oliver KB. Antibiotic resistance threats in the United States: stepping back from the brink[J]. *Am Fam Physician*, 2014, 89(12): 938-941.
- [4] 缪兴全, 孟秀娟. 患者及医院环境 CRE 主动筛查及防控策略研究进展[J]. *中国感染控制杂志*, 2022, 21(12): 1257-1263.
- Miao XQ, Meng XJ. Research advances in active screening as

- well as prevention and control strategies on CRE from patients and hospital environment [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2022, 21(12): 1257-1263.
- [5] Yin LJ, He LY, Miao J, et al. Active surveillance and appropriate patient placement in contact isolation dramatically decreased carbapenem-resistant *Enterobacteriales* infection and colonization in paediatric patients in China[J]. J Hosp Infect, 2020, 105(3): 486-494.
- [6] Bhargava A, Hayakawa K, Silverman E, et al. Risk factors for colonization due to carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* among patients exposed to long-term acute care and acute care facilities[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2014, 35(4): 398-405.
- [7] Tomczyk S, Zanichelli V, Grayson ML, et al. Control of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae*, *Acinetobacter baumannii*, and *Pseudomonas aeruginosa* in healthcare facilities: a systematic review and reanalysis of quasi-experimental studies [J]. Clin Infect Dis, 2019, 68(5): 873-884.
- [8] 黄细莲, 吴盛海, 施鹏飞, 等. 血液科患者肠道碳青霉烯类药物的肠杆菌科细菌主动筛查及其效果评价[J]. 中华血液学杂志, 2020, 41(11): 932-936.  
Huang XL, Wu SH, Shi PF, et al. Active screening of intestinal carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* in high-risk patients admitted to the hematology wards and its effect evaluation[J]. Chinese Journal of Hematology, 2020, 41(11): 932-936.
- [9] 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[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(10): 1274-1278.  
National Health Commission of the People's Republic of China. Standard for infection prevention and control of carbapenem-resistant *Enterobacteriales* WS/T 826-2023[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2023, 22(10): 1274-1278.
- [10] 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 guidelines for prevention and control of carbapenem-resistant Gram-negative bacilli infection in China[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2019, 29(13): 2075-2080.
- [11] Tängdén T, Giske CG. Global dissemination of extensively drug-resistant carbapenemase-producing *Enterobacteriaceae*: clinical perspectives on detection, treatment and infection control[J]. J Intern Med, 2015, 277(5): 501-512.
- [12] Dos Santos WM, Aromataris E, Secoli SR, et al. Cost-effectiveness of antimicrobial treatment for inpatients with carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* infection: a systematic review of economic evidence[J]. JBI Database System Rev Implement Rep, 2019, 17(12): 2417-2451.
- [13] Jadad AR, Moore RA, Carroll D, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? [J]. Control Clin Trials, 1996, 17(1): 1-12.
- [14] Slim K, Nini E, Forestier D, et al. Methodological index for non-randomized studies (minors): development and validation of a new instrument[J]. ANZ J Surg, 2003, 73(9): 712-716.
- [15] He L, Fu Z, Wang ML, et al. Prevention and treatment of carbapenem-resistant organism bacilli from liver transplantation donors-single center experience[J]. Infect Drug Resist, 2022, 15: 47-52.
- [16] Zhou SL, Mi SL, Rao X, et al. Individualized active surveillance for carbapenem-resistant microorganisms using Xpert Carba-R in intensive care units[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 9527.
- [17] 刘敏, 奂欢, 杜伶俐, 等. 主动筛查结合预隔离在 EICU 多重耐药菌防控中的应用[J]. 巴楚医学, 2022, 5(4): 63-66.  
Liu M, Huan H, Du LL, et al. Application of active screening combined with pre-contact isolation intervention for prevention and control of multi-drug resistant bacteria in EICU[J]. Bachu Medical Journal, 2022, 5(4): 63-66.
- [18] 张映喜, 杨亚军, 孟冬梅. 耐药菌筛查联合组合式降阶梯集束化防控降低 ICU 感染的疗效分析[J]. 四川医学, 2018, 39(2): 172-176.  
Zhang YX, Yang BJ, Meng DM. Analysis of the therapeutic effect of drug resistant bacteria screening combined with combined descending ladder cluster control to reduce ICU infection [J]. Sichuan Medical Journal, 2018, 39(2): 172-176.
- [19] 李宁, 陈小会, 周晖, 等. 血液系统恶性肿瘤与实体肿瘤患者碳青霉烯耐药肠杆菌科细菌定植分布特点及主动筛查评价[J]. 浙江医学, 2022, 44(7): 729-732.  
Li N, Chen XH, Zhou H, et al. Active screening for distribution of carbapenem-resistant *Eenterobacteriaceae* in patients with hematological malignancies or solid tumors[J]. Zhejiang Medical Journal, 2022, 44(7): 729-732.
- [20] 殷丽军, 缪瑾, 杨韦菁, 等. 儿童医院重点部门耐碳青霉烯类革兰阴性杆菌主动筛查结合集中安置于预效果评价[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(5): 443-448.  
Yin LJ, Miao J, Yang WJ, et al. Efficacy of active screening on carbapenem-resistant Gram-negative bacillus combined with centralized resettlement intervention in key departments of a pediatric hospital[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(5): 443-448.
- [21] 江一帆, 费凯红, 邹妮, 等. 咽拭子联合肛拭子作为 ICU 多重耐药菌入院筛查的有效性评估[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(12): 1493-1498.  
Jiang YF, Fei KH, Zou N, et al. Effectiveness evaluation of pharyngeal swabs combined with anal swabs as multidrug-resistant organisms admission screening in intensive care unit [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2023, 22(12): 1493-1498.

- [22] 王广芬, 王福斌, 袁妍妮, 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.
- [23] 管红艳, 刘婧娴, 陈峰, 等. 儿童重症监护病房耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌主动筛查及临床资料分析[J]. 中国感染与化疗杂志, 2021, 21(4): 444-448.  
Guan HY, Liu JX, Chen F, et al. Active screening and clinical data of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* in pediatric intensive care unit[J]. Chinese Journal of Infection and Chemotherapy, 2021, 21(4): 444-448.
- [24] 郭辅政, 朱风雪, 李纾, 等. 主动筛查对重症监护病房内耐碳青霉烯类肠杆菌感染率的影响[J]. 中国医药, 2018, 13(2): 270-273.  
Guo FZ, Zhu FX, Li S, et al. Effect of active surveillance on carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* infection rate in intensive care unit[J]. China Medicine, 2018, 13(2): 270-273.
- [25] 陈玉, 张朝辉, 樊发超. 应用主动筛查预防与控制重症监护病房患者多重耐药菌感染[J]. 中国感染控制杂志, 2022, 21(2): 190-195.  
Chen Y, Zhang ZH, Fan FC. Application of active screening to prevent and control multidrug-resistant organism infection in patients in intensive care unit[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2022, 21(2): 190-195.
- [26] 陈美恋, 王守军, 匡季秋, 等. 重症监护病区 CRE 主动筛查及其效果评价[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(18): 4123-4126.  
Chen ML, Wang SJ, Kuang JQ, et al. Active screening of CRE in intensive care unit and its effect[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2017, 27(18): 4123-4126.
- [27] 顾克菊, 沈永红. 实施主动筛查防控重症监护病房多重耐药菌传播流行[J]. 中国感染控制杂志, 2016, 15(6): 401-404.  
Gu KJ, Shen YH. Implementation of active screening for preventing and controlling the spread of multidrug-resistant organisms in intensive care unit[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2016, 15(6): 401-404.
- [28] 黄细莲, 吴盛海, 施鹏飞, 等. 血液科患者肠道碳青霉烯类耐药的肠杆菌科细菌主动筛查及其效果评价[J]. 中华血液学杂志, 2020, 41(11): 932-936.  
Huang XL, Wu SH, Shi PF, et al. Active screening of intestinal carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* in high-risk patients admitted to the hematology wards and its effect evaluation[J]. Chinese Journal of Hematology, 2020, 41(11): 932-936.
- [29] McConville TH, Sullivan SB, Gomez-Simmonds A, et al. Carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* colonization (CRE) and subsequent risk of infection and 90-day mortality in critically ill patients, an observational study[J]. PLoS One, 2017, 12(10): e0186195.
- [30] 刘思娣, 吴安华, 李春辉, 等. 高危科室住院患者肠道耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌筛查及其阳性危险因素[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(4): 517-521.  
Liu SD, Wu AH, Li CH, et al. Screening of intestinal carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* for hospitalized patients of high-risk department and risk factors for positive testing[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2023, 33(4): 517-521.
- [31] 刘银梅, 王欣, 杨惠英, 等. 成人肠道 CRE 定植病例医院感染发病率的 Meta 分析[J]. 中国感染控制杂志, 2024, 23(5): 592-599.  
Liu YM, Wang X, Yang HY, et al. Meta-analysis on the incidence of healthcare-associated infection in adult cases with intestinal carbapenem-resistant *Enterobacteriales* colonization[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2024, 23(5): 592-599.
- [32] 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.
- [33] Zaidah AR, Mohammad NI, Suraiya S, et al. High burden of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* (CRE) fecal carriage at a teaching hospital: cost-effectiveness of screening in low-resource setting[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2017, 6: 42.
- [34] 宋红升, 王忠礼, 王宇萍. 国内 ICU 多重耐药菌感染患者的疾病负担 Meta 分析[J]. 中国抗生素杂志, 2024, 49(4): 427-437.  
Song HS, Wang ZL, Wang YP. Meta-analysis of disease burden in ICU patients infected with multidrug resistant bacteria in China[J]. Chinese Journal of Antibiotics, 2024, 49(4): 427-437.
- [35] 白寒霜, 吴晓琴, 郭文丹, 等. 耐碳青霉烯类肠杆菌主动筛查及多学科协作管理模式研究进展[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(22): 3499-3504.  
Bai HS, Wu XQ, Guo WD, et al. Progress of research on active screening and multidisciplinary collaborative management mode of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae*[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2023, 33(22): 3499-3504.

(本文编辑: 翟若南)

**本文引用格式:** 吴晓琴, 郭风, 石理冉, 等. 医疗机构开展主动筛查联合干预对 CRE 防控效果的 Meta 分析[J]. 中国感染控制杂志, 2024, 23(12): 1537-1543. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20245446.

**Cite this article as:** WU Xiao-qin, GUO Feng, SHI Li-ran, et al. Effectiveness of active screening combined with intervention in CRE prevention and control in medical institutions: a Meta-analysis[J]. Chin J Infect Control, 2024, 23(12): 1537-1543. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20245446.