

DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20252165

· 论著 ·

# 高流行压力下应用主动筛查控制神经外科重症病房 CRE 院内感染的实践研究

张彦鹏<sup>1,2</sup>, 孙超龙<sup>3</sup>, 黄裕春<sup>2</sup>, 朱小红<sup>1</sup>, 聂勇波<sup>2</sup>, 樊冰<sup>2</sup>

(1. 东莞市第六人民医院检验科, 广东 东莞 523000; 2. 深圳市第二人民医院检验科, 广东 深圳 518000; 3. 德州市立医院检验科, 山东 德州 253000)

**[摘要]** 目的 研究旨在评估耐碳青霉烯类肠杆菌目细菌(CRE)高感染流行环境下, 肛拭子主动筛查联合集束化干预措施下神经外科重症病房(NS-ICU)CRE 感染情况, 为医院感染防控提供科学依据。方法 选取 2020—2021 年 NS-ICU 住院患者作为对照组, 未实施肛拭子主动筛查; 以 2022—2023 年 NS-ICU 住院患者为试验组, 实施肛拭子主动筛查干预; 对两组 CRE 培养阳性病例均实施隔离措施, 比较两组患者 CRE 院内感染发病率。结果 645 例 CRE 主动筛查患者, 共筛查 912 次, 总体筛查阳性率为 9.21%, NS-ICU 患者直肠 CRE 定植率为 13.02% (84/645), 其中肺炎克雷伯菌占 92.86% (78 株)。试验组患者住院 48 h 内和第 3~7 d 的筛查阳性率分别为 3.30%、4.94%, 第 8~15 d 和第 16~30 d 分别为 13.68%、18.85%, 随着住院时间的延长, CRE 的肛拭子筛查阳性率逐渐上升。研究期间总体 CRE 院内感染发病率为 6.24% (72/1153), 采取主动筛查干预措施后, 试验组患者 CRE 院内感染率低于对照组 [3.57% (23/645) VS 9.65% (49/508),  $P < 0.001$ ]。结论 在 CRE 高流行医院环境中, 实施主动筛查及集束化干预措施可有效识别 CRE 携带者, 降低肠道定植导致的感染风险。

**[关键词]** 医院感染; 肠杆菌目细菌; 主动筛查; 感染控制; 耐碳青霉烯类肠杆菌目细菌; 神经外科

**[中图分类号]** R181.3<sup>1</sup> 2

## Practice of active screening for controlling CRE healthcare-associated infection in neurosurgery intensive care unit under high epidemic pressure

ZHANG Yanpeng<sup>1,2</sup>, SUN Chaolong<sup>3</sup>, HUANG Yuchun<sup>2</sup>, ZHU Xiaohong<sup>1</sup>, NIE Yongbo<sup>2</sup>, FAN Bing<sup>2</sup> (1. Department of Laboratory Medicine, Dongguan Sixth People's Hospital, Dongguan 523000, China; 2. Department of Laboratory Medicine, Shenzhen Second People's Hospital, Shenzhen 518000, China; 3. Department of Laboratory Medicine, Dezhou Municipal Hospital, Dezhou 253000, China)

**[Abstract]** **Objective** To study carbapenem-resistant *Enterobacteriales* (CRE) infection in the neurosurgical intensive care unit (NS-ICU) under the combination of active screening using anal swabs and bundled intervention measures in environment with high prevalence of CRE infection, and provide scientific basis for healthcare-associated infection (HAI) prevention and control. **Methods** Inpatients in NS-ICU from 2020 to 2021 were selected as the control group, and didn't undergo active anal swab screening. NS-ICU inpatients from 2022 to 2023 were taken as the trial group, and implemented intervention of active anal swab screening. Isolation measures for CRE positive cases in two groups were implemented, and the incidence of CRE HAI between two groups of patients were compared.

**Results** 645 patients were actively screened for CRE, with a total of 912 screenings. The overall screening positive rate was 9.21%, and the rectal CRE colonization rate in NS-ICU patients was 13.02% (84/645), out of which

[收稿日期] 2025-02-27

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目(32371381); 2023 年度广东省医学科研基金项目(A2023389)

[作者简介] 张彦鹏(1980-), 男(汉族), 山东省德州市人, 副主任技师, 主要从事临床微生物研究。

[通信作者] 樊冰 E-mail: 13631587960@qq.com

*Klebsiella pneumoniae* accounted for 92.86% ( $n=78$  strains). The positive screening rates in patients in the trial group within 48 hours after admission as well as on day 3–7, day 8–15, and 16–30 were 3.30%, 4.94%, 13.68%, and 18.85%, respectively. With prolonged hospitalization time, the positive rate of CRE anal swab screening gradually increased. During the study period, the overall CRE HAI rate was 6.24% (72/1153). After implementing active screening intervention, the CRE HAI rate in the trial group was lower than that in the control group (3.57% [23/645] vs 9.65% [49/508],  $P<0.001$ ). **Conclusion** In hospital environment with high CRE prevalence, implementing active screening and bundled intervention measures can effectively identify CRE carriers and reduce the risk of infection caused by intestinal colonization.

**[Key words]** healthcare-associated infection; *Enterobacteriales*; active screening; infection control; carbapenem-resistant *Enterobacteriales*; neurosurgery

耐碳青霉烯类肠杆菌目细菌(carbapenem-resistant *Enterobacteriales*, CRE)感染是神经重症监护病房患者死亡的重要原因之一。数据<sup>[1]</sup>显示,神经外科重症监护病房(neurosurgical intensive care unit, NS-ICU)CRE感染患者的总体病死率达50%~70%。2023年中国细菌耐药监测网数据显示,广东省重症监护病房(ICU)中CRE分离率高达9%~10%。CRE主要包括耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌(carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae*, CRKP)、耐碳青霉烯类大肠埃希菌(carbapenem-resistant *Escherichia coli*)及耐碳青霉烯类阴沟肠杆菌(carbapenem-resistant *Enterobacter cloacae*)等<sup>[2]</sup>。

CRE可通过医务人员的手、污染的医疗器械及物体表面传播,导致耐药菌广泛扩散,给感染防控带来巨大挑战。单一防控措施不足以阻断CRE的院内传播,因此实施集束化(bundles)干预措施遏制耐药菌传播至关重要<sup>[3]</sup>。集束化措施包括:(1)加强手卫生管理,如采用流动水洗手、非接触式水龙头及速干手消毒剂,以降低CRE定植;(2)减少不合理抗菌药物使用,严格落实抗菌药物分级管理制度及医生处方权限管理;(3)接触预防,与CRE感染/定植者接触的所有人员均应严格执行接触预防措施;(4)主动筛查,采集肛拭子进行CRE主动筛查,早期识别定植患者;(5)环境消毒,加强CRE感染/定植者病房的日常清洁与终末消毒;(6)隔离措施,对所有CRE感染/定植者实施单间隔离或集中隔离<sup>[4]</sup>。

现有文献在CRE高流行背景下,关于主动筛查对控制医院内CRE感染效果的证据仍不充分。早期研究<sup>[5-6]</sup>表明,主动筛查对预防和控制CRE感染具有重要价值。某院ICU CRE主动筛查的效果评价研究<sup>[7]</sup>显示,该方法有助于早期识别感染和定植患者,但该研究期间CRE感染发病率较低(0.99%)。全国细菌耐药监测网(China antimicrobial resistance surveillance system, CARSS)数据显示,上述

研究当年(2016年)肺炎克雷伯菌对碳青霉烯类药物的耐药率为8.7%,而2023年这一比率已高达27.7%<sup>[8]</sup>,医院感染控制压力显著增加。在CRE高流行背景下,肛拭子主动筛查作为感染控制措施是否仍具实效性,目前相关临床实践研究仍显不足。

本研究在CRE高流行背景下,对广东省某三级甲等医院NS-ICU患者实施肛拭子主动筛查及隔离措施,同时加强手卫生规范执行、抗菌药物合理使用以及环境物品消毒等重点环节的管控,旨在探讨CRE定植与感染情况,评估肛拭子主动筛查联合综合干预措施对CRE感染控制的效果,为CRE医院感染的防控提供循证实践依据。

## 1 对象与方法

**1.1 研究对象** 选取2020年1月1日—2023年12月31日入住广东省深圳市第二人民医院NS-ICU患者,其中2020—2021年为对照组,未进行主动筛查;2022—2023年为试验组,采用肛拭子主动筛查CRE。排除标准:入住NS-ICU时已经明确发生CRE感染的患者;入院24 h出院/转院的患者或入院24 h内死亡的患者。患者入组流程见图1。

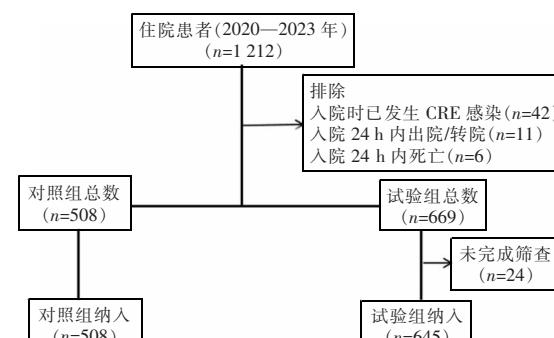


图1 某医院NS-ICU患者入组流程图

**Figure 1** Flowchart of patients' enrollment in the NS-ICU of a hospital

1.2 研究方法 基于美国疾病预防控制中心关于 CRE 感染的定义:满足以下任意一个条件。①对亚胺培南、美罗培南、厄他培南或多利培南任何一种碳青霉烯类抗生素耐药者。天然对亚胺培南敏感性降低的细菌(如摩根菌属、变形杆菌属和普罗威登菌属等),需参考除亚胺培南外的其他碳青霉烯类抗生素的药敏结果。②产生碳青霉烯酶。CRE 医院感染诊断标准参照国家卫健委 2023 年颁发的《医院感染监测标准》(WS/T 312—2023)。试验组采用主动筛查感染控制,要求在患者入住 NS-ICU 48 h 内及之后每隔一周采集肛拭子进行 CRE 主动筛查,直至出科或死亡,对 CRE 筛查阳性或后续 CRE 感染患者采用集束化隔离措施。标本采集遵循《临床微生物学检验标本的采集和转运》(WS/T 640—2018)要求进行。对照组不进行主动筛查,按标准预防进行诊疗,如后续发现 CRE 感染,采用上述隔离措施。

1.2.1 干预措施 对 CRE 感染/定植患者采取以下干预措施:(1)采用肛拭子主动筛查,早期识别 CRE 定植患者;(2)对 CRE 感染/定植者实施隔离,同时病床和病历夹上作耐药标识;(3)严格规范手卫生管理,接触患者前、后均严格规范的洗手和手部消毒处理;(4)做好 CRE 感染/定植者病房的日常清洁与消毒,对高频接触的物体表面如病床、呼吸机、输液泵等周围环境采用 2 000 mg/L 次氯酸钠消毒剂消毒;(5)接触预防,与 CRE 感染/定植患者接触的医务人员、家属和陪护人员均应正确执行接触预防措施,包括穿戴个人防护用品、设备专用等。

干预措施的依从率:对 CRE 筛查阳性患者隔离率为 100%;根据医院感染管理科统计资料,主动筛查时间段内,该病区手卫生等医院感染指标的依从率为 90.2%,手卫生正确率为 95.5%;其他干预措施依从率未统计。

1.2.2 CRE 定植的计算 CRE 定植的计算包括入院 48 h 主动筛查阳性、后续每周筛查阳性均视为定植(如果入院 48 h 主动筛查阴性,则一周后再次筛查直至离开病房)。同一患者多次入院,则去重处理。连续筛查检测的患者中存在检出阳性后转为阴性的患者,此类人群两次肛拭子筛查阴性则移出隔离名单,计入总体 CRE 定植。

1.3 调查内容 收集患者基本信息和临床资料,如性别、年龄、主要诊断、合并症信息、其他病原体培养结果。两组患者的基本信息和临床资料通过病历系统采集,患者的其他病原体培养结果从实验室 Lis 系统获得。

1.4 统计学方法 应用统计软件 SPSS 20.0 进行数据分析。计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用 *t* 检验进行比较;计数资料以率(百分比)表示,采用  $\chi^2$  检验进行比较,  $P \leq 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 患者情况 对照组患者 508 例,试验组患者 645 例。对照组和试验组患者平均年龄分别为  $(55.1 \pm 16.5)$ 、 $(54.6 \pm 15.4)$  岁;两组患者的合并症主要为肾脏疾病(肾炎、肾功能不全、肾衰竭等)、肝脏疾病(肝炎、肝硬化等)、2 型糖尿病等,主要诊断包括脑出血、脑梗死、脑肿瘤、脑积水、脑外伤等。两组患者的年龄、性别、合并症、主要诊断各项基本资料比较,差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。两组患者基本情况见表 1。

NS-ICU 患者多为严重颅脑损伤、术后感染或中枢神经系统感染,抗菌药物治疗性使用前病原学送检率对照组、试验组分别为 90.25%、92.96%。对于疑似血流感染、颅内感染患者的指向性病原学送检率两组患者均超过 95%。

表 1 两组 NS-ICU 患者基本资料比较

Table 1 Comparison of basic information between two groups of NS-ICU patients

变量	试验组 (n=645)	对照组 (n=508)	<i>t</i> / $\chi^2$	P
年龄(岁)	$54.6 \pm 15.4$	$55.1 \pm 16.5$	0.595	0.190
性别[例(%)]				
男性	441(68.37)	352(69.29)	0.112	0.738
合并症[例(%)]				
肾脏疾病	79(12.25)	66(12.99)	0.143	0.705
肝脏疾病	62(9.61)	41(8.07)	0.830	0.362
糖尿病	101(15.66)	89(17.52)	0.715	0.398
诊断[例(%)]				
脑出血	299(46.36)	229(45.08)	0.187	0.666
脑梗死	48(7.44)	31(6.10)	0.799	0.371
脑肿瘤	68(10.54)	66(12.99)	1.660	0.198
脑积水	23(3.57)	13(2.56)	0.952	0.329
脑外伤	74(11.47)	62(12.20)	0.146	0.702
脑血管后遗症	30(4.65)	26(5.12)	0.134	0.714
颅内感染	35(5.43)	20(3.94)	1.388	0.239
其他	90(13.95)	68(13.39)	0.077	0.708

## 2.2 CRE 筛查情况

2.2.1 筛查结果 645 例 CRE 主动筛查患者,共筛查 912 次,剔除重复菌株后,检出 CRE 84 株,总体筛查阳性率为 9.21%。见表 2。84 株 CRE,其中肺炎克雷伯菌 78 株,占 92.86%;大肠埃希菌 4 株,占 4.76%;阴沟肠杆菌和产酸克雷伯菌各 1 株,分别占 1.19%。

表 2 NS-ICU 不同入住时间患者筛查 CRE 检出情况

Table 2 CRE detection results of NS-ICU patients with different lengths of NS-ICU stay

NS-ICU 入住时间	筛查例次数	检出例数	筛查阳性率 (%)
≤48 h	182	6	3.30
第 3~7 d	324	16	4.94
第 8~15 d	234	32	13.68
第 16~30 d	122	23	18.85
≥30 d	50	7	14.00
合计	912	84	9.21

2.2.2 CRE 筛查阳性与入住时间关系 入住 48 h 内和第 3~7 d 的筛查阳性率分别为 3.30%、4.94%,第 8~15 d 和第 16~30 d 分别为 13.68%、18.85%,随着入住时间的延长,CRE 的肛拭子筛查阳性率逐渐上升。入住 30 d 后患者筛查阳性率为 14.00%,较之前略有下降。入住患者 CRE 肛拭子筛查阳性与住院时间关系见图 2。

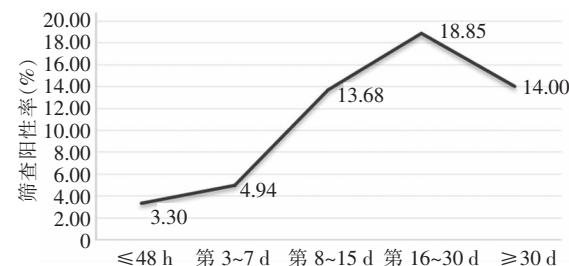


图 2 NS-ICU 不同入住时间患者肛拭子主动筛查 CRE 阳性率

Figure 2 CRE positive rates in active anal swab screening of patients at different hospitalization times in NS-ICU

2.2.3 肠道 CRE 定植及后续感染情况 对试验组 645 例患者进行主动筛查,检出 CRE 84 株,患者直肠 CRE 定植率为 13.02%,其中未发生后续 CRE 感染患者定植率为 11.41%(71/622),发生 CRE 感染的患者定植率为 56.52%(13/23)。后续发生感染患者入院时 CRE 定植率高于后续未发生 CRE 感染患者( $\chi^2 = 35.958, P < 0.001$ )。NS-ICU 住院患者中,CRE 肠道定植患者的感染风险是非定植患者的 10.09 倍(95%CI:4.266~23.857)。

2.3 主动筛查的效果评价 研究期间总体 CRE 医院感染率为 6.24%(72/1153)。采取主动筛查干预措施后,试验组患者 CRE 医院感染率低于对照组[3.57%(23/645) VS 9.65%(49/508)],两组比较,差异有统计学意义( $\chi^2 = 15.729, P < 0.001$ )。见图 3。

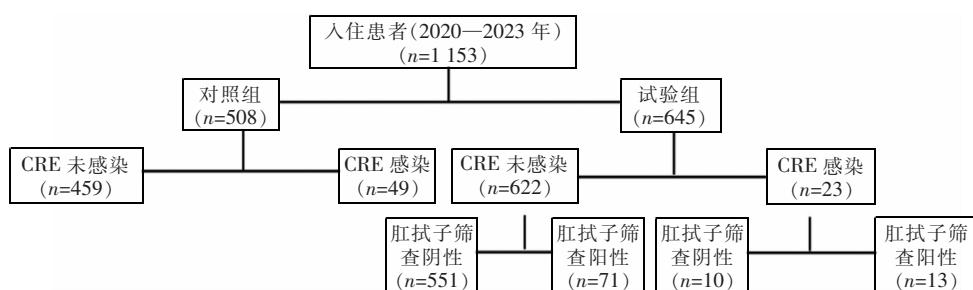


图 3 NS-ICU 患者肛拭子筛查 CRE 及感染情况示意图

Figure 3 Schematic diagram of anal swabs screening for CRE and infection status in NS-ICU patients

2.4 两组患者其他典型多重耐药菌的感染情况 与对照组相比,试验组患者耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌(CRPA)、产超广谱  $\beta$ -内酰胺酶(ESBLs)细菌

的感染率均下降,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 两组患者其他主要 MDRO 感染情况[例(%)]

**Table 3** Other major MDRO infection in two groups of patients (No. of cases [%])

组别	MRSA	ESBLs 细菌	CRPA	CRAB
试验组( <i>n</i> =645)	3(0.47)	18(2.79)	9(1.40)	9(1.40)
对照组( <i>n</i> =508)	4(0.79)	32(6.30)	17(3.35)	15(2.95)
$\chi^2$	0.483	7.703	4.681	3.238
<i>P</i>	0.487	0.005	0.030	0.072

注:MRSA 为耐甲氧西林金黄色葡萄球菌,CRAB 为耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌。

表 4 两组 NS-ICU 患者 CRE 感染类型比较[例(%)]

**Table 4** Comparison of CRE infection types between two groups of NS-ICU patients (No. of cases [%])

组别	血流感染	呼吸道感染	尿路感染	其他感染	合计
试验组( <i>n</i> =645)	2(0.31)	18(2.79)	2(0.31)	1(0.16)	23(3.57)
对照组( <i>n</i> =508)	3(0.59)	40(7.87)	4(0.79)	2(0.39)	49(9.65)
$\chi^2$	0.513	13.827	1.237	0.620	15.729
<i>P</i>	0.474	<0.001	0.266	0.431	<0.001

### 3 讨论

CRE 作为超级细菌,因其广泛的耐药性和强致病性而备受关注。CRE 感染是 NS-ICU 患者死亡的重要危险因素<sup>[9-10]</sup>。研究<sup>[11]</sup>显示,CRE 感染患者 28 天病死率为 31.1%,而在 ICU 患者中可高达 45.5%。此外,CRE 感染还会延长住院时间并增加医疗费用。研究<sup>[11]</sup>表明,CRE 感染患者再入院风险是普通感染患者的 3 倍,且医院感染复发率更高。

ICU 住院患者是 CRE 医院感染的高危人群。ICU 患者常合并多种基础疾病,存在免疫功能低下、住院时间长等特点,且普遍预后不良。抗菌药物耐药性会降低患者对抗病原体的能力,增加死亡风险,并延长住院时间。当一线药物因耐药性受限或疗效不佳时,通常需使用更高级的抗菌药物,导致治疗成本和时间增加,进而提高患者的住院费用和住院日数<sup>[12]</sup>。作为最主要的 CRE 病原菌,肠杆菌目细菌在住院患者胃肠道的定植是重症监护患者感染的主要来源。这些肠杆菌目细菌以肺炎克雷伯菌为主,其次为阴沟肠杆菌和大肠埃希菌等。Gorrie 等<sup>[13]</sup>研究表明,肺炎克雷伯菌肠道定植是 ICU 感染的重要危险因素,约 50% 的肺炎克雷伯菌感染源自患者胃肠道的自身定植。

主动筛查是控制 CRE 医院感染的有效措施。

**2.5 两组患者 CRE 感染类型** 两组患者 CRE 血流感染、呼吸系统感染、尿路感染和其他感染的占比分别为 6.94%、80.56%、8.33%、4.17%。其中对照组呼吸道 CRE 感染发病率为 7.87%(40 例次),试验组为 2.79%(18 例次),两组比较,差异有统计学意义(*P*<0.001)。见表 4。

入院时开展主动筛查可有效识别 CRE 定植患者,后续结合集束化防控措施可降低患者本人及其他 ICU 患者的感染风险<sup>[14]</sup>。医院环境是一个复杂的生态系统,CRE 在该系统中的来源、传播途径及定植方式难以控制。因此,需采取多种干预措施以实现最佳感染控制<sup>[15]</sup>。根据 2017 年世界卫生组织(WHO)发布的《医疗机构 CRE、CRAB 和 CRPA 预防与控制指南》,2019 年中华医学会发布的《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》等文件,结合该院实际情况,制定了适用于医院的主动筛查方案。干预措施包括:(1)规范化手卫生管理。配置流动水洗手池、非接触式水龙头、洗手液、干手设施及速干手消毒剂,并张贴标准洗手流程图。(2)减少不合理抗菌药物使用。加强替加环素及碳青霉烯类药物的临床应用监管,落实抗菌药物分级管理制度与医生处方权限管理。(3)接触预防。与 CRE 感染/定植患者接触的医务人员、家属及陪护人员需严格执行接触预防措施,包括正确穿戴个人防护用品、专用设备使用、限制患者转运以及规范医疗废物处置。(4)主动筛查。通过早期识别 CRE 定植患者并及时采取隔离措施,以降低传播风险。(5)环境消毒。加强 CRE 感染/定植患者病房的日常清洁与消毒,重点做好高频接触物体表面的消毒工作。(6)隔离管理。对所有 CRE 感染/定植患者实施隔离措施,包括建立物理屏障及严格执行手卫生。

行隔离规范<sup>[4]</sup>。

本研究比较了不同入住时间患者 CRE 筛查阳性率,结果显示,随着入住时间延长,CRE 肛拭子筛查阳性率逐渐升高,提示患者在接受医院治疗期间,CRE 可能在肠道内持续定植。

陈美恋等对北京大学人民医院 ICU 的 CRE 主动筛查及其效果进行了研究,结果显示,采用肛拭子筛查等方法可降低 CRE 医院感染发生率,研究期间 CRE 医院感染发病率为 0.99%,显著低于当前水平<sup>[7]</sup>。本研究基于 2020—2023 年 CRE 的高流行现状,结果显示,实施主动筛查干预措施后,CRE 医院感染发病率下降(9.65% VS 3.57%),两组比较差异具有统计学意义( $P<0.001$ )。

CRE 在患者肠道内的定植增加了医院感染预防与控制的难度。夏粉芳等<sup>[16]</sup>研究发现,ICU 患者总体 CRE 定植率为 24.16%,非 CRE 感染患者的定植率为 13.57%,CRE 感染患者的定植率为 54.55%。本研究结果显示,NS-ICU 患者直肠主动筛查的 CRE 定植率为 13.02%,其中肺炎克雷伯菌是主要的定植菌,未发生 CRE 感染患者的肠道定植率为 11.41%;CRE 感染患者的肠道定植率为 56.52%,本研究 CRE 总体定植率略低于文献报道,而 CRE 感染患者的肠道定植率略高,可能原因包括抗菌药物使用习惯、地域饮食习惯等因素。

Gorrie 等<sup>[13]</sup>研究显示,ICU 患者 CRE 感染主要来源于胃肠道携带,且肠道定植是 CRE 感染的重要危险因素。入院时存在肠道定植者后续感染风险显著增加(16% VS 3%, $OR=6.9$ , $P<0.001$ )。本研究显示,NS-ICU 住院患者中,CRE 肠道定植患者的感染风险是非定植患者的 10.09 倍(95% CI: 4.266~23.857),高于 Gorrie 等<sup>[13]</sup>的报道结果,可能原因包括地域流行差异及患者病情严重程度等因素。首先,本研究在 CRE 高流行区域(中国广东)进行,患者暴露风险较高。其次,研究对象主要是脑梗死、脑出血等危重患者,这类患者多伴有意识障碍且 ICU 入住时间更长。

本研究显示,与对照组相比,试验组 CRPA、ESBLs 细菌的感染发病率均显著降低,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。其原因可能是,本研究对 NS-ICU 筛查阳性患者及时实施接触隔离预防措施,有效隔断了多重耐药病原菌的医院传播,不仅降低了 CRE 传播风险,还对其他多重耐药菌感染的防控产生了积极效果。

本研究中 CRE 感染部位分布与 CARSS 数据相

符,主要集中在呼吸道、血流、泌尿道和手术部位。其中,呼吸道感染占比最高(80.56%),血流感染、尿路感染和其他感染分别占 6.94%、8.33% 和 4.17%。可能机制是肺炎克雷伯菌等 CRE 在胃肠道定植后成为感染源,并通过患者在医院环境中的活动传播<sup>[8]</sup>。

本研究中,两组患者呼吸道感染发病率差异具有统计学意义( $P<0.001$ ),血流、尿路及其他部位感染发病率差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ )。这可能与尿路和血流感染样本量较少有关。

综上所述,本研究表明,在医院 CRE 高流行环境下,采用主动筛查结合集束化防控措施,可有效识别 CRE 携带者并降低肠道定植导致的 CRE 感染风险。研究证实,在 CRE 高流行环境下,主动筛查对控制 CRE 医院感染仍具显著效果。在 CRE 高流行地区及医院 ICU 等重点科室,实施肛拭子主动筛查及后续干预,可显著降低 CRE 医院感染发病率,肛拭子主动筛查应作为 CRE 医院感染控制策略的重要组成部分。

本研究结果可能受以下混杂因素影响:(1)新型冠状病毒感染疫情因素。疫情期间,医院整体感染控制水平及医院感染控制体系的变化,如抗菌药物使用策略调整和医护人员配置变动,可能影响研究结果。(2)时间变异因素。患者病情严重程度的差异及流行 CRE 菌株特性变化,可能影响 CRE 感染发病率和研究结果。(3)干预措施局限。研究仅监测了手卫生依从率,未统计其他干预措施依从性,因此不能将感染发病率下降完全归因于主动筛查。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

## [参考文献]

- [1] Liu J, Zhang LD, Pan JY, et al. Risk factors and molecular epidemiology of complicated intra-abdominal infections with carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae*: a multicenter study in China[J]. J Infect Dis, 2020, 221(Suppl 2): S156~S163.
- [2] 樊冰, 艾辉, 张彦鹏, 等. 深圳市某三甲医院 CRE 的临床分布与耐药性分析及 CRE 主动筛查重要性的讨论[J]. 中国医学工程, 2022, 30(12): 17~23.
- [3] Fan B, Ai H, Zhang YP, et al. Epidemiological characteristics and drug resistance analysis of carbapenem resistant *Enterobacteriaceae* and importance of CRE active screening in a tertiary general hospital in Shenzhen[J]. China Medical Engineering, 2022, 30(12): 17~23.
- [4] World Health Organization. Guidelines for the prevention and control of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae*, *Acinetobacter* spp., and *Pseudomonas aeruginosa* in health-care settings[J]. Geneva: WHO, 2019.

- bacter baumannii* and *Pseudomonas aeruginosa* in health care facilities[EB/OL]. (2017-11-01)[2024-12-12]. <https://www.who.int/publications/item/9789241550178>.
- [4] Zhang Y, Jiang Q, Sun F, et al. Genomic tracking and precise control of *Klebsiella pneumoniae* transmission in a newly established hospital: a prospective molecular epidemiological study[J]. *Int J Antimicrob Agents*, 2023, 62(3): 106910.
- [5] 顾津伊, 邓德耀, 袁文丽. 主动筛查碳青霉烯类耐药肠杆菌科细菌的研究进展[J]. *微生物学免疫学进展*, 2018, 46(5): 98-103.
- Gu JY, Deng DY, Yuan WL. Progress in prevention and control of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* in high-risk patients[J]. *Progress in Microbiology and Immunology*, 2018, 46(5): 98-103.
- [6] 王福斌, 王广芬, 廖丹, 等. 耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌主动筛查研究进展[J]. *中华医院感染学杂志*, 2018, 28(3): 477-480.
- Wang FB, Wang GF, Liao D, et al. Research progress on active screening of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae*[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2018, 28(3): 477-480.
- [7] 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.
- [8] 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)[2024-12-12]. <https://www.carsss.cn/Report/Details/978>.
- China Antimicrobial Resistance Surveillance System. 2023 National bacterial resistance monitoring report (Brief version) [EB/OL]. (2024-11-18)[2024-12-12]. <https://www.carsss.cn/Report/Details/978>.
- [9] 陈翔, 高晓东, 周春妹, 等. 重症监护病房耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌定植与传播研究[J]. *中国感染控制杂志*, 2025, 24(1): 77-84.
- Chen X, Gao XD, Zhou CM, et al. Colonization and transmission of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* in intensive care unit[J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2025, 24(1): 77-84.
- [10] 张慧, 周聪, 徐茂锁, 等. 重症监护病区碳青霉烯类耐药肠杆菌科细菌的主动筛查及基因分析[J]. *贵州医科大学学报*, 2024, 49(11): 1711-1716.
- Zhang H, Zhou C, Xu MS, et al. The active screening carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* in intensive care unit and gene analysis[J]. *Journal of Guizhou Medical University*, 2024, 49(11): 1711-1716.
- [11] 曾攻, 夏君, 宗志勇, 等. 碳青霉烯类耐药革兰阴性菌感染的诊断、治疗及防控指南[J]. *中国感染与化疗杂志*, 2024, 24(2): 135-151.
- Zeng M, Xia J, Zong ZY, et al. Guidelines for the diagnosis, treatment, prevention and control of infections caused by carbapenem-resistant Gram-negative bacilli[J]. *Chinese Journal of Infection and Chemotherapy*, 2024, 24(2): 135-151.
- [12] Hu Q, Chen JL, Sun SS, et al. Mortality-related risk factors and novel antimicrobial regimens for carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* infections: a systematic review[J]. *Infect Drug Resist*, 2022, 15: 6907-6926.
- [13] Gorrie CL, Mirceta M, Wick RR, et al. Gastrointestinal carriage is a major reservoir of *Klebsiella pneumoniae* infection in intensive care patients[J]. *Clin Infect Dis*, 2017, 65(2): 208-215.
- [14] 李俊骏, 范娟. 某三甲医院 2021—2023 年耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌主动筛查结果及干预效果研究[J]. *医药论坛杂志*, 2025, 46(2): 132-137.
- Li JJ, Fan J. Active screening results and intervention effects of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* in third class hospital from 2021 to 2023[J]. *Journal of Medical Forum*, 2025, 46(2): 132-137.
- [15] 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.
- [16] 夏粉芳, 郑春梅, 姜丹, 等. 神经外科重症监护室耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌主动筛查结果[J]. *中华医院感染学杂志*, 2021, 31(22): 3427-3431.
- Xia FF, Zheng CM, Jiang D, et al. Survey of active screening of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* in neurosurgery intensive care unit[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2021, 31(22): 3427-3431.

(本文编辑:左双燕)

**本文引用格式:**张彦鹏,孙超龙,黄裕春,等.高流行压力下应用主动筛查控制神经外科重症病房 CRE 院内感染的实践研究[J].中国感染控制杂志,2025,24(10):1382-1388. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20252165.

**Cite this article as:** ZHANG Yanpeng, SUN Chaolong, HUANG Yuchun, et al. Practice of active screening for controlling CRE healthcare-associated infection in neurosurgery intensive care unit under high epidemic pressure[J]. Chin J Infect Control, 2025, 24(10): 1382-1388. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20252165.