DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20263005

·论著·

失效模式与效应分析联合多重耐药菌主动筛查在神经内科 ICU 医院感染防控中的应用

李凤容[1],颜小利[1],鲁斯佳[2],赵嘉哲[2],刘 琼[3]
[湖南省人民医院(湖南师范大学附属第一医院) 1. 公共卫生部; 2. 神经内科重症监护室; 3. 检验科,湖南 长沙 410000]

[摘 要] **目的** 探讨失效模式与效应分析(FMEA)联合多重耐药菌(MDRO)主动筛查在神经内科重症监护病房(ICU)医院感染控制中的应用效果。**方法** 结合神经内科 ICU 临床实际情况,采用 FMEA 风险评估法筛选高风险优先级事件,制定持续改进措施,并联合 MDRO 主动筛查,比较实施 FMEA 风险评估前后及联合主动筛查前后的医院感染防控效果。**结果** 实施 FMEA 风险评估后,手卫生依从率从 68.78%上升至 85.02%,MDRO 检出率从 39.47%降至 25.51%,差异均有统计学意义(均 $P<0.001$);医院感染发病例次率、呼吸机相关肺炎发病率及 MDRO 医院感染发病例次率虽有下降,但差异均无统计学意义(均 $P>0.05$);联合 MDRO 主动筛查后,MDRO 检出率呈下降趋势,差异有统计学意义($P<0.001$)。**结论** FMEA 风险评估联合 MDRO 主动筛查可有效降低神经内科 ICU 医院感染发病例次率和 MDRO 医院感染发病例次率。

[关 键 词] 失效模式与效应分析; 风险评估; 多重耐药菌; 主动筛查; 医院感染防控
[中图分类号] R197.323

Application of failure mode and effect analysis combined with multidrug-resistant organism active screening in the prevention and control of healthcare-associated infection in neurology intensive care unit

LI Fengrong[1], *YAN Xiaoli*[1], *LU Sijia*[2], *ZHAO Jiazhe*[2], *LIU Qiong*[3] (1. *Department of Public Health*; 2. *Neurology Intensive Care Unit*; 3. *Department of Laboratory Medicine*, *People's Hospital of Hunan Province* [*The First Affiliated Hospital of Hunan Normal University*], *Changsha* 410000, *China*)

[**Abstract**] **Objective** To explore the application effectiveness of failure mode and effect analysis (FMEA) combined with multidrug-resistant organism (MDRO) active screening in healthcare-associated infection (HAI) control in the neurology intensive care unit (ICU). **Methods** Combined with the actual clinical situation of neurology ICU, risk priority events were identified by FMEA risk assessment method, and continuous improvement measures were formulated. Combined with MDRO active screening, effectiveness of HAI prevention and control before and after the implementation of FMEA risk assessment as well as before and after combining active screening was compared. **Results** After the implementation of the FMEA risk assessment, hand hygiene compliance rate increased from 68.78% to 85.02%, detection rate of MDRO decreased from 39.47% to 25.51%, both with statistically significant difference (both $P<0.001$). The case incidence of HAI, incidence of ventilator-associated pneumonia, and case incidence of MDRO HAI all decreased, but the differences were not statistically significant (all $P>0.05$). After combining MDRO active screening, MDRO detection rate presented a decreasing trend, with statistically significant differences ($P<0.001$). **Conclusion** The combination of FMEA risk assessment and MDRO active screening can effectively reduce the case incidence of HAI and case incidence of MDRO HAI in the neurology ICU.

[收稿日期] 2025－09－23
[基金项目] 湖南省卫生健康委科研计划项目(D202315026215)
[作者简介] 李凤容(1983－),女(汉族),湖南省长沙市人,副主任技师,主要从事医院感染预防与控制研究。
[通信作者] 颜小利 E-mail:772505617@qq.com

[Key words] failure mode and effect analysis; risk assessment; multidrug-resistant organism; active screening; healthcare-associated infection prevention and control

重症监护病房(intensive care unit, ICU)患者因病情危重、抵抗力低下及频繁侵入性操作,其医院感染发病率及分离细菌耐药率均高于普通病房[1-2]。神经内科 ICU 患者多存在突发意识障碍、吞咽功能障碍等问题,往往需要呼吸机辅助呼吸等侵入性操作,是医院感染高发的科室,也是多重耐药菌(multidrug-resistant organism, MDRO)感染高风险部门。随着医疗技术的进步和需求提高,医院感染管理面临更高标准[3-5]。传统医院感染防控多依赖被动监测,即出现感染后再干预,缺乏前瞻性风险识别,导致防控滞后,容易引起医院感染聚集甚至暴发。医院感染风险评估可以发现诊疗活动中导致感染的潜在风险,并制定针对性防控措施,降低感染发生概率,从而提升医疗卫生资源使用效益[6]。失效模式与效应分析(failure mode and effect analysis, FMEA)是一种适用于医疗高风险流程的前瞻性管理工具[7],可用于发现高风险因素,提前进行干预,降低风险发生概率,从而实现质量持续改进。

早期判别 MDRO 感染可以指导临床医生进行经验治疗的同时避免耐药菌株传播。主动筛查有助于早期识别患者 MDRO 社区感染和定植情况,以便科室尽早采取消毒隔离措施,减少医院感染的发生。

本研究在某院神经内科 ICU 运用 FMEA 风险评估联合 MDRO 主动筛查,在医院感染防控中取得了良好效果,现将结果报告如下。

1 对象与方法

1.1 *研究对象* 选取该院 2022 年 1 月 1 日—2024 年 12 月 31 日所有入住神经内科 ICU 的患者,2022 年 1—12 月实施 FMEA 前的患者为对照组;2023 年 1 月—2023 年 12 月实施 FMEA 风险评估,期间患者为干预组 1;2024 年 1—12 月实施 FMEA 联合 MDRO 主动筛查,期间患者为实施 FMEA 联合主动筛查后的患者,为干预组 2。本研究经湖南省人民医院(湖南师范大学附属第一医院)医学伦理委员会批准。

1.2 *研究方法*

1.2.1 *FMEA 模式* FMEA 的医院感染风险管理流程包括风险评估、风险控制及效果评价 3 个阶段,其中,风险评估包括风险识别、风险分析和风险评价的全过程[8]。该院的 FMEA 模式参考相关文献并结合实际情况进行了适当改良。

1.2.1.1 风险识别 由医院感染管理部门组织项目小组成员,包括专职人员和科室医护核心骨干人员共 10 人,于研究开始前学习 FMEA 模式,确保所有工作人员熟知完整实施流程,并结合以往医院感染监测和日常督查情况,分别从布局设置、隔离防护、监测管理等方面筛选出过程指标、管理指标和结果指标共 24 项风险因素进行评估。

1.2.1.2 风险分析 利用头脑风暴,小组人员充分讨论每一项风险因素的指标值,共同认定各项最终评分。危险评分由潜在的严重度(S)、风险发生的可能性(O)及可探测性(D)构成,S、O、D 均分为高、中、低 3 个等级,其中,S 和 O 对应的风险系数为 3、2、1 分,D 对应的风险系数为 1、2、3 分,风险优先数(risk priority number, RPN)为三者乘积,即:RPN = S × O × D[9]。

1.2.1.3 风险评价 根据 RPN 值的范围判定风险水平,RPN≥18 代表风险较高,9≤RPN<18 代表风险中等,RPN<9 代表风险较低,数值的高低反映改进的必要性和迫切性。项目小组评分后,筛选出高风险因素作为措施优先级事件进行风险管理。

1.2.1.4 风险控制 针对神经内科 ICU 措施优先级事件,由风险评估小组进行原因分析,拟定持续改进方案,制定集束化干预措施并组织实施。

1.2.1.5 效果评价 FMEA 实施一年后再次组织小组成员针对高风险因素进行评分,分析各风险因素 RPN 值的变化,对措施优先级进行效果评价,并制定持续改进方案。

1.2.2 *MDRO 主动筛查* 实施 FMEA 一年后,引入 MDRO 主动筛查。参考国内相关文献[10-11],制定主动筛查对象纳入及排除标准,对 2024 年 1—12 月入住神经内科 ICU 且符合条件的患者进行鼻拭子和肛拭子 MDRO 主动筛查培养。(1)病例入选标准:①入住 ICU>48 h;②尚无明确的 MDRO 感染病原学阳性结果。(2)病例排除标准:①孕妇;②存在标本采集的禁忌证;③筛查前 24 h 内≥3 次不成形粪便;④筛查前已有明确的相关 MDRO 感染。(3)筛查 MDRO 菌种:主要为国家卫生健康委员会颁布的《医院感染管理医疗质量控制指标(2024 年版)》[12]中特定 MDRO 中的 3 种,分别为耐甲氧西林金黄色葡萄球菌、耐万古霉素肠球菌和耐碳青

霉烯类肠杆菌目细菌。(4)干预措施:对筛查阳性的患者及时采取接触隔离措施,并进一步落实风险评估方案中的各项干预措施。

1.2.3 评价指标 (1)FMEA 实施阶段(2023 年 1—12 月):①对比对照组与干预组 1 的手卫生依从率、医院感染发病例次率、呼吸机相关肺炎发病率、MDRO 检出率、MDRO 医院感染发病例次率等指标,分析防控效果;②分析干预前后措施优先级变化。(2)FMEA 联合主动筛查实施阶段(2024 年 1—12 月):①对比对照组、干预组 1 和干预组 2 的 MDRO 检出率、医院感染发病例次率、呼吸机相关肺炎发病率及 MDRO 医院感染发病例次率的趋势变化;②分析 MDRO 来源构成、MDRO 筛查阳性率。

1.3 统计分析 应用 Microsoft Office Excel 和 R 4.3.0 软件对调查数据进行整理与统计学分析。计数资料以例数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验和趋势卡方检验(Cochran-Armitage test),以 $P\leqslant0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 风险评估结果 风险评估小组采用头脑风暴法结合科室实际情况,设计出《神经内科 ICU 医院感染风险评估表》,共包含 24 项风险因素,统计并计算每项风险因素的 RPN 值。结果显示,24 项风险因素中,低风险 13 项,中风险 7 项,高风险 5 项,即筛选出 5 项高风险优先级事件,见表 1,并针对其制定相应的预防控制措施,见表 2。

表 1 某院神经内科 ICU 医院感染风险评估

Table 1 Risk assessment of HAI in the neurology ICU of a hospital

风险因素	可能性(O)	严重度(S)	可探测性(D)	RPN 值	风险水平
1.管理指标					
未开展月度医院感染管理自查	2	1	1	2	低风险
医院感染小组工作职责落实	2	2	2	8	低风险
科室培训考核不到位	2	2	2	8	低风险
未开展月度医院感染质量控制会议	2	2	2	8	低风险
2.过程指标					
医务人员着装不规范	2	2	1	4	低风险
手卫生不规范	3	3	2	18	高风险
无菌技术操作不规范	2	2	2	8	低风险
患者有原发感染性疾病	2	2	2	8	低风险
患者有营养不良、基础疾病、免疫功能低下、使用糖皮质激素	3	2	2	12	中风险
患者入院时有耐药菌定植或感染	3	3	3	27	高风险
抗菌药物使用不合理	2	2	2	8	低风险
使用有创呼吸机	3	3	3	27	高风险
使用中心静脉导管	2	3	2	12	中风险
使用导尿管	2	3	2	12	中风险
环境保洁措施不到位	2	2	2	8	低风险
医疗废物管理不规范	2	1	2	4	低风险
消毒设备无定期维护与检测	2	2	3	12	中风险
手卫生设施配备不全	1	2	1	2	低风险
隔离措施落实不到位	3	2	2	12	中风险
对外来会诊及检查的医务人员医院感染管理不到位	3	2	2	12	中风险
未对探视者进行医院感染宣教	2	2	2	8	低风险
3.结果指标					
发生 MDRO 医院感染	3	3	3	27	高风险
发生呼吸机相关肺炎	3	3	3	27	高风险
环境物体表面检出 MDRO	2	3	2	12	中风险
环境卫生学监测不合格	2	2	2	8	低风险

表 2　某院神经内科 ICU 医院感染高风险因素的预防控制措施

Table 2　Prevention and control measures for high-risk factors of HAI in the neurology ICU of a hospital

风险因素	措施优先级	预防控制措施
手卫生不规范	高风险	(1)对科室全员分级分类(医、护、技、工勤)进行手卫生规范的培训并考核,直至考核过关;(2)科室兼职医院感染督查员每周监督科室成员进行手卫生自查;(3)对违反手卫生规范的行为进行精细化处罚。
患者入院时有耐药菌定植或感染	高风险	(1)评估患者入院时耐药菌感染或定植的风险,加强患者抗菌药物治疗前病原学送检,尽早获取患者感染或定植情况;(2)加强 MDRO 防控知识的培训,落实各项接触隔离防控措施,包括患者隔离、接触预防措施、抗菌药物使用、环境物体表面清洁消毒、患者转运等;(3)科室医院感染管理小组重点监管,并纳入月质量分析内容。
使用有创呼吸机	高风险	(1)每天评估呼吸机及气管插管的必要性,尽早脱机或拔管;(2)加强呼吸机相关肺炎预防控制措施的培训并落实;(3)科室医院感染管理小组重点监管,并纳入月质量分析内容。
发生 MDRO 医院感染	高风险	(1)对科室进行医院感染诊断及 MDRO 和呼吸机相关肺炎监测的培训;(2)落实各项预防控制措施;(3)医院感染管理部门加强预警监测,并督导防控措施的落实。
发生呼吸机相关肺炎	高风险	

2.2　FMEA 干预效果评价

2.2.1　措施优先级变化　制定相应的预防控制措施并实施一年后,再次对 5 项高风险因素进行分析和评估,结果显示,1 项降为低风险,1 项降为中风险,3 项未发生变化,但 RPN 值都有所下降,见表 3。

表 3　某院神经内科 ICU 干预措施实施前后风险因素评估

Table 3　Assessment on risk factors in the neurology ICU of a hospital before and after the implementation of intervention measures

风险优先级因素	FMEA 实施一年后				风险水平	FMEA 实施前				风险水平
	可能性(O)	严重度(S)	可探测性(D)	RPN 值		可能性(O)	严重度(S)	可探测性(D)	RPN 值	
手卫生不规范	2	3	1	6	低风险	3	3	2	18	高风险
患者入院时有耐药菌定植或感染	3	3	2	18	高风险	3	3	3	27	高风险
使用有创呼吸机	2	3	2	12	中风险	3	3	3	27	高风险
发生 MDRO 医院感染	2	3	3	18	高风险	3	3	3	27	高风险
发生呼吸机相关肺炎	3	3	2	18	高风险	3	3	3	27	高风险

2.2.2　手卫生依从率　手卫生依从率从实施前的 68.78%提升到实施后的 85.02%,5 个手卫生时刻的依从率均有提升,除“接触患者血液、体液后”和“清洁无菌操作前”,其余时刻干预措施实施前后手卫生依从率比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);不同岗位人员的手卫生依从率均有明显提升,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),见表 4、5。

表 4　FMEA 实施前后 5 个时刻手卫生依从情况比较

Table 4　Comparison of hand hygiene compliance at 5 moments before and after the implementation of FMEA

手卫生时刻	实施后			实施前			χ^2	P
	手卫生时机数(次)	实际执行数(次)	手卫生依从率(%)	手卫生时机数(次)	实际执行数(次)	手卫生依从率(%)		
接触患者前	98	62	63.27	102	48	47.06	5.304	0.021
接触患者后	196	182	92.86	160	126	78.75	15.028	<0.001
清洁无菌操作前	48	38	79.17	46	28	60.87	3.760	0.052
接触患者血液、体液后	50	48	96.00	68	64	94.12	-	1.000
接触患者周围环境后	62	56	90.32	66	38	57.58	17.574	<0.001
合计	454	386	85.02	442	304	68.78	33.377	<0.001

注:- 表示采用 Fisher 确切概率法。

表 5　FMEA 实施前后不同岗位人员手卫生依从情况比较

Table 5　Comparison of hand hygiene compliance of personnel in different positions before and after implementation of FMEA

岗位	实施后			实施前			χ^2	P
	手卫生时机数（次）	实际执行数（次）	手卫生依从率（%）	手卫生时机数（次）	实际执行数（次）	手卫生依从率（%）		
护理	192	168	87.50	198	158	79.80	4.215	0.040
医疗	182	158	86.81	174	114	65.52	22.378	<0.001
医技	26	18	69.23	28	10	35.71	6.066	0.014
工勤	54	42	77.78	42	22	52.38	6.857	0.009
合计	454	386	85.02	442	304	68.78	33.377	<0.001

2.2.3　MDRO 检出率及其医院感染发病例次率　神经内科 ICU 的 MDRO 检出率从干预前的 39.47%降至干预后的 25.51%，差异有统计学意义（$P<0.001$）；医院感染发病例次率、呼吸机相关肺炎发病率及 MDRO 医院感染发病例次率分别从干预前的 5.30%、17.79‰、3.43%降至干预后的 4.35%、14.61‰、2.95%，差异均无统计学意义（均 $P>0.05$），但数值均有下降。见表 6。

表 6　FMEA 实施前后医院感染评价指标变化情况

Table 6　Assessment on changes in HAI indicators before and after implementation of FMEA

评价指标	实施后	实施前	χ^2	P
MDRO 检出率（%）	25.51(75/294)	39.47(90/228)	11.582	<0.001
医院感染发病例次率（%）	4.35(31/712)	5.30(34/642)	0.656	0.418
呼吸机相关肺炎发病率（‰）	14.61(9/616)	17.79(14/787)	0.217	0.642
MDRO 医院感染发病例次率（%）	2.95(21/712)	3.43(22/642)	0.250	0.617

2.3　FMEA 联合主动筛查干预效果评价

2.3.1　MDRO 来源构成　对科室检出的 MDRO 来源进行分析，除确定的医院感染菌株之外，经社区获得或由外院转入的菌株归为社区来源，三组中社区来源占 MDRO 构成比分别为 58.89%、61.33%、72.46%，总占比为 63.68%，见表 7。

2.3.2　主动筛查情况　在 2024 年 1—12 月主动筛查干预期间，神经内科 ICU 共收治患者 786 例，其中，179 例患者接受至少一次 MDRO 主动筛查，筛查执行率为 22.77%，55 例筛查结果阳性，阳性率为 30.73%。

2.3.3　MDRO 检出率及其医院感染发病例次率　联合实施 MDRO 主动筛查后，神内 ICU MDRO 检出率呈下降趋势，差异有统计学意义（$P<0.001$），医院感染发病例次率、呼吸机相关肺炎发病率、MDRO 医院感染发病例次率分别从联合干预前的 4.35%、14.61‰、2.95%降至 3.31%、7.63‰、1.78%，差异均无统计学意义（均 $P>0.05$），但数值均有下降。见表 8。

表 7　神经内科 ICU FMEA 实施前后及联合主动筛查前后检出 MDRO 的来源构成

Table 7　Constituent of sources of MDRO detected in neurology ICU before and after the implementation of FMEA as well as before and after combining with active screening

来源	干预组 1		干预组 2		对照组		合计	
	株数（株）	构成比（%）	株数（株）	构成比（%）	株数（株）	构成比（%）	株数（株）	构成比（%）
社区感染	46	61.33	50	72.46	53	58.89	149	63.68
医院感染	29	38.67	19	27.54	37	41.11	85	36.32
合计	75	100	69	100	90	100	234	100

表 8　FMEA 实施前后及联合 MDRO 主动筛查前后医院感染评价指标变化情况

Table 8　Assessment on changes in HAI indicators before and after the implementation of FMEA as well as before and after combining with active MDRO screening

组别	干预组 1	干预组 2	对照组	$\chi^2_{趋势}$	P
医院感染发病例次率(%)	4.35(31/712)	3.31(26/786)	5.30(34/642)	3.454	0.063
呼吸机相关肺炎发病率(‰)	14.61(9/616)	7.63(5/655)	17.79(14/787)	2.700	0.101
MDRO 检出率(%)	25.51(75/294)	17.74(69/389)	39.47(90/228)	34.609	<0.001
MDRO 医院感染发病例次率(%)	2.95(21/712)	1.78(14/786)	3.43(22/642)	3.809	0.051

3　讨论

神经内科 ICU 是重症神经系统疾病患者集中诊疗的特殊场所，多数患者存在高龄、意识障碍、行动不便、侵入性操作多、住院时间长等危险因素。医院感染防控涉及环节复杂，基础防控措施落实不到位，常规医院感染督导存在力度分散、耗时费力且效果不明显。风险评估法能够结合临床工作实际情况，明确医院感染防控工作的重点，是发现和减少医院感染潜在风险的最好方法[6]。研究[13-16]表明，FMEA 能有效减少 ICU 呼吸机相关肺炎和 MDRO 医院感染的发生。本研究将 FMEA 模式应用于神经内科 ICU 的风险评估，旨在发现科室在医院感染防控中的主要风险点，尤其是 MDRO 医院感染防控的薄弱环节。通过一年的持续风险控制，手卫生依从率明显提高，部分“高风险”因素降为“低风险”或“中风险”因素，说明根据风险评估制定的持续改进措施有利于风险控制。

正确的手卫生能有效切断 MDRO 传播，降低医院感染发病率。实施 FMEA 后，通过分层分类对全体人员反复进行手卫生培训和督导，各岗位人员的手卫生依从率均明显提升，有效切断了病原菌经手传播途径，MDRO 检出率明显下降；尤其是联合 MDRO 主动筛查后，其检出率进一步下降，差异有统计学意义。虽然医院感染发病例次率、MDRO 医院感染发病例次率和呼吸机相关肺炎发病率下降趋势未达统计学意义，但数值均有下降，可能与专科 ICU 患者住院人数逐年增加，但基数不大，且医院感染病例和呼吸机相关肺炎病例基数均较小有关，其风险评估防控效果还需要更长时间进一步验证。

防控措施虽未能降低 MDRO 医院感染和呼吸机相关肺炎的严重程度，但其发生可能性和可探测性的变化可反映干预措施效果。干预后尽管仍有 3 个高风险因素，但 RPN 值较干预前有所降低，提示在呼吸机相关肺炎防控和 MDRO 早期发现方面，可探测性数值有所下降，科室工作人员对此项风险的识别能力和意识提升，但仍需持续推进改进工作。MDRO 防控方面，由于神经内科 ICU 为改建而成，布局流程存在缺陷，MDRO 单间隔离难以实施，同种隔离或床旁隔离措施落实不到位，且存在检验结果滞后、监护仪器多等问题，患者检出 MDRO 时往往病情已加重，已进行了多种侵入性操作，因此，需持续改进，以期实现早期、有效地发现和隔离 MDRO 感染患者。

MDRO 防控形势严峻，耐药菌种类增多且耐药率上升，传播范围广泛。本研究中，神经内科 ICU 检出的 MDRO 有一半以上来自社区或外院转入，这与国内研究[17]结果一致，因此，应加强对 MDRO 来源的识别，采取更为精准、及时的防控措施。主动筛查技术操作简单，标本采集容易，结果反馈迅速，可以指导临床提前干预，更好地落实隔离措施，从而更有利于阻断 MDRO 传播。本研究主动筛查执行率为 22.77%，筛查阳性率为 30.73%，说明主动筛查可帮助发现 MDRO 社区感染或定植情况。对于重症患者，尤其是有侵入性操作的患者，可提前采取接触隔离等干预措施，同时提醒医务人员及时进行病原学送检和药敏试验，指导抗菌药物合理使用。本研究结果证实主动筛查可以降低医院感染发病例次率、呼吸机相关肺炎发病率和 MDRO 医院感染发病例次率，这与大多数研究[18-20]结果一致。说明 FMEA 风险评估能精准筛选出神经内科 ICU 感染防控中的主要风险因素和薄弱环节，联合 MDRO 主动筛查，能更加精准地识别感染高风险人群，提前采取隔离等干预措施，有效降低医院感染发病例次率和 MDRO 医院感染发病例次率。

本研究具有一定局限性。FMEA 对参与团队专业度要求较高，头脑风暴易受主观因素影响。在评价风险评估效果时应更加深入，可有效运用根因分析等管理工具，进一步筛选高危人群，为 MDRO 主

动筛查提供目标，避免过度筛查，提升筛查的灵敏度，从而优化持续改进措施。

综上所述，FMEA 联合 MDRO 主动筛查在神经内科 ICU 医院感染风险管理中具有协同效应，能有效预防医院感染发生并降低其医院感染发病例次率。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] Riley MMS. The rising problem of multidrug-resistant organisms in intensive care units[J]. Crit Care Nurse, 2019, 39(4): 48-55.

[2] Viderman D, Khamzina Y, Kaligozhin Z, et al. An observational case study of hospital associated infections in a critical care unit in Astana, Kazakhstan[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2018, 7(1): 57.

[3] Gozel MG, Hekimoglu CH, Gozel EY, et al. National infection control program in Turkey: the healthcare associated infection rate experiences over 10 years[J]. Am J Infect Control, 2021, 49(7): 885-892.

[4] Pezhman B, Fatemeh R, Amir R, et al. Nosocomial infections in an Iranian educational hospital: an evaluation study of the Iranian nosocomial infection surveillance system[J]. BMC Infect Dis, 2021, 21(1): 1256.

[5] Raoofi S, Pashazadeh Kan F, Rafiei S, et al. Global prevalence of nosocomial infection: a systematic review and meta-analysis[J]. PLoS One, 2023, 18(1): e0274248.

[6] Uguen M, Daniel L, Cosse M, et al. Influence of risk assessment inspection on the prevention of nosocomial infection[J]. J Hosp Infect, 2016, 93(3): 315-317.

[7] Weber L, Schulze I, Prof UJ. Using failure mode and effects analysis to increase patient safety in cancer chemotherapy[J]. Res Social Adm Pharm, 2022, 18(8): 3386-3393.

[8] 孔懿，刘婷，宋培新，等. 医院感染管理及传染病学领域的风险评估国内外最新研究进展(综述)[J]. 江苏卫生事业管理，2022，33(1)：64-68.
Kong Y, Liu T, Song PX, et al. The latest research progress in hospital infection management and risk assessment in the field of infectious diseases at home and abroad[J]. Jiangsu Health System Management, 2022, 33(1): 64-68.

[9] 路宁维，党晓茹，梁沛枫，等. 医院感染风险分层评估体系的建立与应用[J]. 中华医院感染学杂志，2024，34(3)：432-437.
Lu NW, Dang XR, Liang PF, et al. Establishment and application of hospital infection risk stratification assessment system[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2024, 34(3): 432-437.

[10] 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 *Enterobacterales* WS/T 826-2023[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2023, 22(10): 1274-1278.

[11] 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.

[12] 中华人民共和国医政司. 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.
Department of Medical Administration of the People's Republic of China. 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.

[13] 成瑶，刘丁，黄庆宁，等. 医疗失效模式与效应分析在呼吸机相关性肺炎控制中的研究分析[J]. 中华医院感染学杂志，2014，24(11)：2693-2695.
Cheng Y, Liu D, Huang QN, et al. Study and analysis of application of healthcare failure mode and effect analysis in the controlling of ventilator-associated pneumonia[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2014, 24(11): 2693-2695.

[14] 黄菊，杨坚娥，黄少君. FMEA 风险评估法在 ICU 多重耐药菌医院感染防控中的应用[J]. 中国感染控制杂志，2019，18(11)：1079-1083.
Huang J, Yang JE, Huang SJ. Application of FMEA risk assessment in prevention and control of multidrug-resistant organism healthcare-associated infection in intensive care unit[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2019, 18(11): 1079-1083.

[15] 林露，张菊，李刚，等. 失效模式与效应分析联合 PDCA 循环在重症监护病房多重耐药菌院内感染防控中的应用[J]. 华西医学，2022，37(3)：363-368.
Lin L, Zhang J, Li G, et al. Application of failure mode and effect analysis combined with PDCA cycle in prevention and control of healthcare-associated multidrug-resistant organism infections in intensive care unit[J]. West China Medical Journal, 2022, 37(3): 363-368.

[16] 邬燕，陈婉，谢永兰，等. 基于 HFMEA 预防 ICU 多重耐药菌医院感染暴发的效果评价[J]. 中国感染控制杂志，2023，22(1)：102-109.
Wu Y, Chen W, Xie YL, et al. Effect evaluation on the prevention of multidrug-resistant organism health care-associated infection outbreak in intensive care unit based on HFMEA[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2023, 22(1): 102-109.

[17] 李占结，刘波，李惠芬，等. ICU 多重耐药菌感染分布与来源研究[J]. 中华医院感染学杂志，2019，29(8)：1165-1170.
Li ZJ, Liu B, Li HF, et al. Study on distribution and source of multi-drug resistant bacteria infection in ICUs[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2019, 29(8): 1165-1170.

[18] 曾秀玉，张华平，陈夏容，等. 多药耐药菌主动筛查在 ICU 医院感染预防控制中的价值[J]. 中华医院感染学杂志，2016，26(10)：2373－2375.
Zeng XY，Zhang HP，Chen XR，et al. Value of active screening of multidrug-resistant organisms in control of nosocomial infections in ICU[J]. Chinese Journal of Nosocomiology，2016，26(10)：2373－2375.

[19] 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.

[20] Mutters NT，Günther F，Frank U，et al. Costs and possible benefits of a two-tier infection control management strategy consisting of active screening for multidrug-resistant organisms and tailored control measures[J]. J Hosp Infect，2016，93(2)：191－196.

（本文编辑：翟若南）

本文引用格式：李风容，颜小利，鲁斯佳，等. 失效模式与效应分析联合多重耐药菌主动筛查在神经内科 ICU 医院感染防控中的应用[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(5)：716－723. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20263005.

Cite this article as：LI Fengrong，YAN Xiaoli，LU Sijia，et al. Application of failure mode and effect analysis combined with multidrug-resistant organism active screening in the prevention and control of healthcare-associated infection in neurology intensive care unit[J]. Chin J Infect Control，2026，25(5)：716－723. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20263005.