DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20262873

·论著·

成人 ICU 呼吸机相关肺炎临床特征及多模式促进策略研究

辛雪琳[1],廉志远[2],张　晓[1],李　玲[1],李静雯[1],吕维红[1],谭善娟[1]
(青岛市市立医院 1. 医院感染管理科;2. 重症医学科,山东 青岛　266071)

[摘　要] **目的**　探讨在多重耐药菌(MDRO)高流行的背景下,成人重症监护病房(ICU)呼吸机相关肺炎(VAP)的流行病学特征,以及多模式促进策略的干预效果。**方法**　选取 2018 年 1 月—2024 年 12 月某三级甲等医院成人 ICU 的 VAP 监测数据,分析 VAP 发病率、病原菌和 MDRO 分布;比较实施多模式促进策略前后的手卫生依从率、防控措施知晓率与执行率、VAP 发病率的变化情况。**结果**　2018—2024 年共监测有创机械通气日数 115 525 d,发生 VAP 574 例次,VAP 日发病例次率为 4.97‰。病原菌以革兰阴性菌为主(888 株,81.69%),检出前三位病原菌依次为鲍曼不动杆菌(279 株,25.67%)、肺炎克雷伯菌(188 株,17.29%)、铜绿假单胞菌(185 株,17.02%);成人 ICU VAP 患者的耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌(CRAB)、耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌(CRPA)、耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)的检出率均高于全院同期同种细菌的 MDRO 检出率(均 $P<0.05$)。实施多模式促进策略后,医务人员手卫生依从率、VAP 防控措施知晓率和 VAP 防控措施执行率均显著提升(均 $P<0.05$);多模式促进策略实施后成人 ICU VAP 总发病率(3.56‰)较实施前(6.54‰)显著下降,差异有统计学意义($P<0.001$)。**结论**　多模式促进策略可有效提升 VAP 防控措施依从性,降低 ICU 患者 VAP 发病率,尤其在 MDRO 高流行的科室效果显著,为精准化防控提供了依据。

[关　键　词] 呼吸机相关肺炎;重症监护病房;多重耐药菌;感染控制;多模式促进策略;VAP
[中图分类号] R181.3+2　R197.323.4

Clinical characteristics and multimodal promotion strategies of ventilator-associated pneumonia in adult intensive care units

XIN Xuelin[1], *LIAN Zhiyuan*[2], *ZHANG Xiao*[1], *LI Ling*[1], *LI Jingwen*[1], *LYU Weihong*[1], *TAN Shanjuan*[1](1. *Department of Healthcare-associated Infection Management*; 2. *Department of Critical Care Medicine*, *Qingdao Municipal Hospital*, *Qingdao* 266071, *China*)

[**Abstract**] **Objective**　To explore the epidemiological characteristics of ventilator-associated pneumonia (VAP) in adult intensive care units (ICUs) and the intervention effect of multimodal promotion strategies in the context of high prevalence of multidrug-resistant organism (MDRO). **Methods**　The VAP surveillance data in the adult ICUs of a tertiary first-class hospital from January 2018 to December 2024 were selected, and the incidence, pathogens, and distribution of MDRO of VAP were analyzed. Changes in hand hygiene compliance rate, awareness rate, and implementation rate of prevention and control measures, as well as incidences of VAP before and after the implementation of multimodal promotion strategies were compared. **Results**　From 2018 to 2024, a total of 115 525 days of invasive mechanical ventilation were surveilled, and 574 cases of VAP occurred, with a daily VAP incidence of 4.97‰. The pathogens were mainly Gram-negative bacteria (n = 888, 81.69%), and the top three detected pathogens were *Acinetobacter baumannii* (n = 279, 25.67%), *Klebsiella pneumoniae* (n = 188, 17.29%), and *Pseudomonas aeruginosa* (n = 185, 17.02%). The detection rates of carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* (CRAB), carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa* (CRPA), and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*

[收稿日期]　2025－08－11
[基金项目]　青岛市医疗卫生优秀人才培养项目资助;青岛市医疗卫生科研项目(2024-WJKY028、2025-WJKY021)
[作者简介]　辛雪琳(1979－),女(汉族),山东省青岛市人,主管护师,主要从事临床护理研究。
[通信作者]　谭善娟　　E-mail:tanshanjuan0607@163.com

(MRSA) in VAP patients in adult ICUs were all higher than the MDRO detection rates of corresponding bacteria in the whole hospital during the same period (all $P<0.05$). After implementing multimodal promotion strategies, healthcare workers' compliance rate of hand hygiene, awareness rate of VAP prevention and control measures, and implementation rate of VAP prevention and control measures all improved significantly (all $P<0.05$); After implementing multimodal promotion strategies, the overall incidence of VAP of adult ICUs (3.56 ‰) decreased significantly compared with before implementation (6.54 ‰), difference was statistically significant ($P<0.001$). **Conclusion** Multimodal promotion strategies can effectively improve the compliance of VAP prevention and control measures and decrease the incidence of VAP in ICU patients, especially in departments with high prevalence of MDRO, provide basis for precise prevention and control.

[**Key words**] ventilator-associated pneumonia; intensive care unit; multidrug-resistant organism; infection control; multimodal promotion strategy; VAP

呼吸机相关肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)是重症监护病房(intensive care unit, ICU)中常见的严重并发症,可导致患者病死率上升、住院时间延长及医疗负担加重[1]。尽管目前已广泛推行 VAP 集束化预防策略,但在耐药菌高发,尤其是耐碳青霉烯类革兰阴性菌和耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)流行的医疗环境中,其防控效果仍面临严峻挑战[2-4]。此外,不同专科 ICU 因患者群体、诊疗操作及抗菌药物暴露史存在差异,导致 VAP 的流行病学特征呈现异质性,这对精准化防控提出了更高要求[5-6]。多模式促进策略通过整合系统干预、教育培训、监测与反馈等多重要素,在提升感染控制措施依从性方面显示出优势[7-9]。尽管该策略在其他器械相关感染防控中的有效性已获证实,但在高耐药背景下对 VAP 的防控效果,尤其是在不同 ICU 存在异质性的情况下,仍需进一步的本土化证据支持[10]。为此,本研究旨在分析某三级甲等医院 VAP 的流行病学与病原学特征,并评估多模式促进策略对降低 VAP 发病率的效果,为优化精准防控提供循证依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取 2018 年 1 月—2024 年 12 月某三级甲等医院 ICU(含综合 ICU、急诊 ICU、外科 ICU、内科 ICU)接受机械通气≥48 h 的所有成年患者(年龄≥18 岁)。排除标准:入院时已存在肺炎或入 ICU 后 48 h 内发生的肺炎。本研究经该院伦理委员会批准,免除患者知情同意(使用匿名监测数据)。

1.2 VAP 诊断与监测 通过杏林医院感染实时监测系统,由医院感染管理科专职人员和临床医生根据 VAP 诊断标准[11]共同判定。医院感染管理科专职人员前往临床科室,现场核查 VAP 防控措施落实情况,并通过提问评估医护人员对相应防控措施的掌握情况。

1.3 多重耐药菌(MDRO) 重点关注耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌(CRKP)、耐碳青霉烯类大肠埃希菌(CREC)、耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌(CRAB)、耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌(CRPA)、MRSA。多重耐药菌检出率 = 多重耐药菌检出株数/该病原体检出总株数×100%,剔除同一患者同一部位的重复菌株。

1.4 多模式促进策略 2019—2021 年医院实施 VAP 防控 bundle 措施(包含每日评估拔管必要性、床头抬高、每日镇静中断与自主呼吸试验、气囊压力在 25~30 cmH_2O、集水杯处于管路最低位置、间隔 6~8 h 进行一次口腔护理、手卫生)、呼吸回路管理,由医院感染管理科专职人员每月督导措施落实情况,虽取得一定效果,但 VAP 发病率仍处于较高水平,故医院自 2022 年 1 月起,在所有 ICU 实施多模式促进策略,该策略主要包括五个部分。

1.4.1 系统改变 ①成立 VAP 防控小组:由医院感染管理科、护理部、药学部、检验科和临床医院感染管理小组成员组成,明确小组职责;②修订 VAP 防控标准操作规程:内容包含置管相关操作规程、日常护理相关操作规程、标本的采集与送检操作规程;③制定拔管必要性评估表:由医护团队共同完成每日评估;④修订 VAP bundle 措施落实核查表:增加声门下分泌物吸引核查项,由科室质控护士每日核查,医院感染专职人员每周核查;⑤制定图文并茂的《ICU VAP bundle 措施宣传图》,张贴于每张病床旁及治疗车上的醒目位置。

1.4.2 教育和培训 实施气管插管的医务人员必须经过岗前培训并考核合格;岗前和每年一次对所有 ICU 医生和护士进行 VAP 防控标准操作规程及

注意事项的培训与考核；制作 VAP 防控措施宣传彩页、视频等，方便临床医护人员查阅学习。

1.4.3　监测和反馈　完善督导机制，在现场督导与提问的基础上，每周增加一次视频回放督导，以减少霍桑效应；每月统计 VAP 感染相关数据、VAP 防控措施知晓和落实情况，并通过每月质量点评、季度简报等形式在全院范围内公布。

1.4.4　提醒和沟通　在每日监测中，一旦发现 VAP 异常数据及现场督导问题，将立即反馈至科室医院感染管理小组；对 VAP 防控措施执行率低、VAP 发病率较高的科室，将落实相应科室当月处罚措施。

1.4.5　安全文化　通过临床医护人员和感染防控专职人员宣讲、科室感染防控文化墙展示、案例分析等形式，营造感染防控文化氛围；鼓励临床医护人员主动报告感染隐患及不良事件，倡导无责备文化，并强调团队协作在感染防控中的重要性。

1.5　评价指标

1.5.1　过程评价指标　手卫生依从率 = 手卫生执行次数/应执行手卫生次数 × 100%，VAP 防控措施知晓率 = 考核合格人数/实际考核人数 × 100%，VAP 防控措施执行率 = 防控措施执行次数/防控措施应执行次数 × 100%。

1.5.2　结果评价指标　将 VAP 发病率作为结果评价指标，VAP 发病率 = 观察期内 VAP 新发病例次数/同期 ICU 患者有创呼吸机累计使用日数 × 1 000‰。

1.6　统计学方法　应用 SPSS 22.0 对数据进行分析，计数资料以例数或百分比(%)表示，采用 χ^2 检验和 *Cochran-Armitage* 趋势性检验进行比较，以 $P \leqslant 0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　VAP 发病率　2018—2024 年共监测有创机械通气日数 115 525 d，发生 VAP 574 例次，VAP 日发病例次率为 4.97‰。VAP 发病率由 2018 年的 8.43‰降至 2024 年的 3.64‰，总体呈下降趋势($\chi^2 = 52.96$，$P < 0.001$)。见表 1。

表 1　2018—2024 年 ICU 患者 VAP 发病率(‰)

Table 1　Incidences of VAP in ICU patients from 2018 to 2024 (‰)

年份	综合 ICU	急诊 ICU	外科 ICU	内科 ICU	合计
2018	6.72(59/8 781)	20.96(7/334)	13.60(30/2 206)	0(0/65)	8.43(96/11 386)
2019	5.52(52/9 428)	12.11(5/413)	8.37(22/2 630)	0(0/147)	6.26(79/12 618)
2020	4.37(45/10 290)	9.96(5/502)	10.80(37/3 425)	5.56(1/180)	6.11(88/14 397)
2021	3.89(42/10 791)	8.34(9/1 079)	10.59(42/3 966)	3.05(1/328)	5.82(94/16 164)
2022	2.28(30/13 171)	4.99(5/1 003)	6.74(29/4 300)	2.53(1/396)	3.44(65/18 870)
2023	3.47(47/13 548)	3.26(11/3 378)	4.43(18/4 065)	2.86(3/1 048)	3.58(79/22 039)
2024	3.23(37/11 461)	4.06(16/3 939)	4.85(17/3 502)	2.61(3/1 149)	3.64(73/20 051)
$\chi^2_{趋势}$	24.09	20.48	20.35	0.02	52.96
P	<0.001	<0.001	<0.001	0.833	<0.001

2.2　VAP 病原体分布　2018—2024 年 574 例次 VAP 患者共分离病原体 1 087 株，其中以革兰阴性菌为主(81.69%)；检出前三位病原体依次为鲍曼不动杆菌(25.67%)、肺炎克雷伯菌(17.30%)和铜绿假单胞菌(17.02%)，见表 2。成人 ICU VAP 患者的 CRAB、CRPA、CRKP、CREC 和 MRSA 的检出率均高于全院同期同种细菌的 MDRO 检出率，差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)，见表 3。

表 2 成人 ICU VAP 患者检出病原菌分布

Table 2 Distribution of pathogens detected from VAP patients in adult ICUs

病原体	株数	构成比(%)	病原体	株数	构成比(%)
革兰阴性菌	888	81.69	**革兰阳性菌**	79	7.27
鲍曼不动杆菌	279	25.67	金黄色葡萄球菌	46	4.23
肺炎克雷伯菌	188	17.29	表皮葡萄球菌	7	0.64
铜绿假单胞菌	185	17.02	其他革兰阳性菌	9	0.83
嗜麦芽窄食单胞菌	74	6.81	纹带棒杆菌	17	1.56
大肠埃希菌	29	2.67	**真菌**	120	11.04
黏质沙雷菌	21	1.93	热带念珠菌	34	3.13
洋葱伯克霍尔德菌	23	2.12	光滑念珠菌	34	3.13
阴沟肠杆菌	20	1.84	白念珠菌	24	2.21
奇异变形杆菌	25	2.30	其他真菌	28	2.57
其他革兰阴性菌	44	4.05	**合计**	1 087	100

表 3 成人 ICU VAP 患者 MDRO 检出率及全院总体检出率(%)

Table 3 MDRO detection rate of VAP patients in adult ICUs and overall MDRO detection rate in the whole hospital (%)

MDRO 类别	成人 ICU VAP 患者检出率	全院总检出率	χ^2	P
CRAB	88.89(248/279)	57.35(3 126/5 451)	109.06	<0.001
CRKP	36.70(69/188)	12.79(1 084/8 475)	91.14	<0.001
CRPA	68.11(126/185)	30.21(2 322/7 686)	121.08	<0.001
CREC	17.24(5/29)	3.06(326/10 638)	19.33	<0.001
MRSA	50.00(23/46)	30.31(1 329/4 384)	8.32	0.004

2.3 多模式促进策略实施效果 多模式促进策略实施后,医务人员手卫生依从率、VAP 防控措施知晓率和 VAP 防控措施执行率均得到提升,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),见表 4。多模式促进策略实施后成人 ICU VAP 总发病率(3.56‰)较实施前(6.54‰)下降,差异有统计学意义($P<0.001$),见表 5。

表 4 多模式促进策略实施前后 VAP 防控措施执行情况(%)

Table 4 Implementation of VAP prevention and control measures before and after the implementation of multimodal promotion strategies (%)

科室	手卫生依从率				防控措施知晓率				防控措施执行率			
	干预后	干预前	χ^2	P	干预后	干预前	χ^2	P	干预后	干预前	χ^2	P
综合 ICU	94.55(590/624)	87.21(457/524)	19.11	<0.001	97.06(99/102)	80.95(68/84)	13.03	<0.001	97.48(348/357)	86.78(210/242)	25.91	<0.001
急诊 ICU	90.37(338/374)	80.54(269/334)	13.96	<0.001	91.11(82/90)	76.39(55/72)	6.64	0.010	93.23(234/251)	84.66(160/189)	8.46	0.004
外科 ICU	89.76(228/254)	77.35(181/234)	13.83	<0.001	90.14(64/71)	71.21(47/66)	7.97	0.005	89.89(160/178)	78.36(105/134)	7.94	0.005
内科 ICU	91.09(184/202)	83.77(129/154)	4.41	0.036	90.91(50/55)	72.22(26/36)	5.52	0.019	91.74(111/121)	79.59(78/98)	6.75	0.009
合计	92.16(1 340/1 454)	83.15(1 036/1 246)	51.62	<0.001	92.77(295/318)	75.97(196/258)	31.95	<0.001	94.05(853/907)	83.41(553/663)	46.33	<0.001

表 5 多模式促进策略实施前后 VAP 发病率(‰)

Table 5 Incidences of VAP before and after the implementation of multimodal promotion strategies(‰)

科室	实施后(2022—2024 年)	实施前(2018—2021 年)	χ^2	P
综合 ICU	2.99(114/38 180)	5.04(198/39 290)	20.36	<0.001
急诊 ICU	3.85(32/8 320)	11.17(26/2 328)	18.00	<0.001
外科 ICU	5.39(64/11 867)	10.71(131/12 227)	21.24	<0.001
内科 ICU	2.70(7/2 593)	2.78(2/720)	<0.01	0.972
合计	3.56(217/60 960)	6.54(357/54 565)	51.82	<0.001

3 讨论

本研究系统分析了 2018—2024 年某三级甲等医院成人 ICU VAP 的流行病学与病原学特征,并评估了多模式促进策略对 VAP 的干预效果。结果显示,该策略能显著提升防控措施依从性,并有效降低 VAP 发病率,尤其在初始 VAP 发病率较高的综合 ICU、急诊 ICU 和外科 ICU 中。本研究为

MDRO 高流行背景下 VAP 的精准防控提供了重要的本地化实践依据。

本研究显示，2019—2021 年医院实施 VAP 防控集束化措施后取得一定成效，与全球通过推行集束化策略降低 VAP 的努力方向一致[12]。然而，不同专科 ICU 间存在明显异质性；急诊 ICU 的初始 VAP 发病率高达 20.96‰，显著高于一般水平[13]，这可能与其收治患者病情危重、需紧急气管插管、入院前感染风险高等特点有关[14]。外科 ICU 中 VAP 高发病率与手术创伤、术后镇静及呼吸功能受损密切相关[15]。相比之下，内科 ICU VAP 发病率较低，且干预前后变化不显著，可能与样本量较小及患者群体差异有关。病原学分析显示，成人 ICU VAP 患者中感染病原体以革兰阴性菌为主(81.69%)，其中鲍曼不动杆菌、肺炎克雷伯菌和铜绿假单胞菌为常见病原体，与 ICU 内肺炎的典型病原谱相符[16]；此外，CRAB、CRKP、CRPA 及 MRSA 的检出率均高于全院平均水平，其中 CRAB 检出率接近 90%[17]。高耐药率不仅增加治疗难度和患者病死率，也凸显了强化环境清洁、手卫生等感染控制措施的重要性[18-19]。

针对上述挑战，本研究于 2022 年 1 月起实施的多模式促进策略取得了显著成效。全院 VAP 发病率在干预后下降达 45.57%，其中急诊 ICU 和外科 ICU 的降幅尤为突出，分别达 65.53%、49.67%。该效果优于多数单一措施或执行欠佳的常规集束化策略[20]。本策略的成功关键在于系统性地解决了“知信行”转化障碍：通过持续教育培训提升“知”，借助床旁核查表等工具规范“行”，并通过长效核查与数据反馈机制增强“信”，从而构建持续改进的安全文化[21-22]。本研究显示，过程指标(如手卫生依从率和核心措施执行率)的显著提升是 VAP 发病率下降的直接原因。手卫生作为阻断病原体接触传播的基础，其依从率的提升对控制 MDRO 传播至关重要[23]。综合措施执行率的提升，则直接减少了 VAP 发生的危险因素，如误吸、呼吸机管路污染等[24-25]。值得注意的是，内科 ICU 虽然过程指标也明显改善，但 VAP 发病率未见显著下降。这可能与其 VAP 基线发病率较低、样本量较小所致统计效力不足有关，但也提示对于 VAP 低发病率单元，可能需要更长的观察周期或更敏感的指标以评估干预效果。

本研究亦存在局限性：首先，设计为单中心研究，结论外推性受限；其次，采用前后自身对照，未能完全排除时间相关混杂因素的影响；最后，内科 ICU 样本量小，导致其结果统计学效力不足。

综上所述，在 MDRO 高流行的 ICU 环境中，VAP 发病率呈现明显的科室差异，急诊 ICU 与外科 ICU 是 VAP 防控重点单元。多模式促进策略能有效提升关键感染防控措施的依从性，从而显著降低 VAP 发病率，为同类医疗机构提供了可借鉴的实践模式。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] Kalil AC, Metersky ML, Klompas M, et al. Management of adults with hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia: 2016 clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America and the American Thoracic Society [J]. Clin Infect Dis, 2016, 63(5): e61-e111.

[2] Koulenti D, Tsigou E, Rello J. Nosocomial pneumonia in 27 ICUs in Europe: perspectives from the EU-VAP/CAP study [J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2017, 36(11): 1999-2006.

[3] Bassetti M, Rello J, Blasi F, et al. Systematic review of the impact of appropriate versus inappropriate initial antibiotic therapy on outcomes of patients with severe bacterial infections [J]. Int J Antimicrob Agents, 2020, 56(6): 106184.

[4] Lodise TP, Bassetti M, Ferrer R, et al. All-cause mortality rates in adults with carbapenem-resistant Gram-negative bacterial infections: a comprehensive review of the literature[J]. Expert Rev Anti Infect Ther, 2022, 29: 444-454.

[5] Rosenthal VD, Yin R, Nercelles P, et al. International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC) report of health care associated infections, data summary of 45 countries for 2015 to 2020, adult and pediatric units, device-associated module[J]. Am J Infect Control, 2024, 52(9): 1002-1011.

[6] Papazian L, Klompas M, Luyt CE. Ventilator-associated pneumonia in adults: a narrative review[J]. Intensive Care Med, 2020, 46(5): 888-906.

[7] Allegranzi B, Aiken AM, Kubilay NZ, et al. A multimodal infection control and patient safety intervention to reduce surgical site infections in Africa: a multicentre, before-after, cohort study[J]. Lancet Infect Dis, 2018, 18(5):507-515.

[8] Saint S, Greene MT, Krein SL, et al. A program to prevent catheter-associated urinary tract infection in acute care[J]. N Engl J Med, 2016, 374(22): 2111-2119.

[9] 刘沙沙，辛雪琳，吕维红，等. 目标性监测与多模式促进策略对降低导尿管相关尿路感染的效果[J]. 中国感染控制杂志，2023, 22(12): 1511-1516.
Liu SS, Xin XL, Lv WH, et al. Effect of targeted monitoring and multi-modular improvement strategy in reducing catheter-

associated urinary tract infection[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2023, 22(12): 1511 - 1516.

[10] Klompas M, Branson R, Cawcutt K, et al. Strategies to prevent ventilator-associated pneumonia, ventilator-associated events, and nonventilator hospital-acquired pneumonia in acute-care hospitals: 2022 Update[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2022, 43(6): 687 - 713.

[11] 中华医学会呼吸病学分会感染学组. 中国成人医院获得性肺炎与呼吸机相关性肺炎诊断和治疗指南(2018 年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2018, 41(4): 255 - 280.
Infectious Disease Group of Respiratory Disease Branch of Chinese Medical Association. Guidelines for the diagnosis and treatment of hospital-acquired pneumonia and ventilator-associated pneumonia in adults in China (2018 Edition)[J]. Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases, 2018, 41(4): 255 - 280.

[12] Hassan EA, Elsaman SEA. Relationship between ventilator bundle compliance and the occurrence of ventilator-associated events: a prospective cohort study[J]. BMC Nurs, 2022, 21(1): 207.

[13] Frota ML, Campanharo CRV, Lopes MCBT, et al. Good practices for preventing ventilator-associated pneumonia in the emergency department[J]. Rev Esc Enferm USP, 2019, 53: e0460.

[14] Groenland CNL, Termorshuizen F, Rietdijk WJR, et al. Emergency department to ICU time is associated with hospital mortality: a registry analysis of 14,788 Patients[J]. Crit Care Med, 2019, 47(11): 1564 - 1571.

[15] He S, Chen B, Li W, et al. Ventilator-associated pneumonia after cardiac surgery: a Meta-analysis and systematic review[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2014, 148(6): 3148 - 3155.

[16] Vincent JL, Sakr Y, Singer M, et al. Prevalence and outcomes of infection among patients in intensive care units in 2017[J]. JAMA, 2020, 323(15): 1478 - 1487.

[17] Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis[J]. Lancet, 2022, 399(10325): 629 - 655.

[18] Nasa P, Azoulay E, Chakrabarti A, et al. Infection control in the intensive care unit: expert consensus statements for SARS-CoV-2 using a Delphi method[J]. Lancet Infect Dis, 2022, 22(3): e74 - e87.

[19] Roux D, Aubier B, Cochard H, et al. Contaminated sinks in intensive care units: an underestimated source of extended-spectrum beta-lactamase-producing *Enterobacteriaceae* in the patient environment[J]. J Hosp Infect, 2013, 85(2): 106 - 111.

[20] Pronovost P, Needham D, Berenholtz S, et al. An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU[J]. N Engl J Med, 2006, 355(26): 2725 - 2732.

[21] Storr J, Twyman A, Zingg W, et al. WHO Guidelines Development Group. Core components for effective infection prevention and control programmes: new WHO evidence-based recommendations[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2017, 6: 6.

[22] Damschroder LJ, Reardon CM, Widerquist MAO, et al. The updated consolidated framework for implementation research based on user feedback[J]. Implement Sci, 2022, 17(1): 75.

[23] Pittet D, Allegranzi B, Sax H, et al. WHO Global Patient Safety Challenge, World Alliance for Patient Safety. Evidence-based model for hand transmission during patient care and the role of improved practices[J]. Lancet Infect Dis, 2006, 6(10): 641 - 652.

[24] Wittekamp BH, Plantinga NL, Cooper BS, et al. Decontamination strategies and bloodstream infections with antibiotic-resistant microorganisms in ventilated patients: a randomized clinical trial[J]. JAMA, 2018, 320(20): 2087 - 2098.

[25] Mastrogianni M, Katsoulas T, Galanis P, et al. The impact of care bundles on ventilator-associated pneumonia (VAP) prevention in adult ICUs: a systematic review[J]. Antibiotics (Basel), 2023, 12(2): 227.

(本文编辑:刘思娣、陈玉华)

本文引用格式:辛雪琳,廉志远,张晓,等. 成人 ICU 呼吸机相关肺炎临床特征及多模式促进策略研究[J]. 中国感染控制杂志,2026,25(3):357 - 362. DOI:10.12138/j.issn.1671 - 9638.20262873.

Cite this article as: XIN Xuelin, LIAN Zhiyuan, ZHANG Xiao, et al. Clinical characteristics and multimodal promotion strategies of ventilator-associated pneumonia in adult intensive care units[J]. Chin J Infect Control, 2026, 25(3): 357 - 362. DOI: 10.12138/j.issn.1671 - 9638.20262873.