

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20245390

· 论 著 ·

静脉-静脉体外膜肺氧合患者医院感染特征及危险因素

管清燕, 辛 晨, 郭小靖, 逢慧敏, 刘庆伟, 盖玉彪

(青岛大学附属医院重症医学科, 山东 青岛 266000)

[摘要] **目的** 分析静脉-静脉体外膜肺氧合(V-V ECMO)患者发生医院感染的特征及危险因素。**方法** 收集青岛市某三级甲等医院 2019 年 1 月—2023 年 11 月综合重症监护病房(ICU)收治的 141 例 V-V ECMO 患者的临床资料,根据是否发生医院感染分为感染组与非感染组,分析医院感染的特征,并对其危险因素进行单因素和多因素 logistic 回归分析。**结果** 141 例 V-V ECMO 患者中,医院感染发病率为 37.59%(53 例)。感染组患者共培养出病原体 81 株,其中革兰阴性菌占比 56.79%(46 株),以鲍曼不动杆菌为主,达 28.39%[耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌(CRAB)占 16.05%]。V-V ECMO 患者医院感染主要类型为单纯肺部感染(54.72%),其次为单纯血流感染(20.75%),多部位感染占 22.64%。单因素分析结果显示,与非感染组相比,感染组患者免疫抑制类药物应用史、ICU 转入史、手术史、应用纤维支气管镜、接受肾脏替代治疗、ICU 住院时长、气管插管和/或气管切开时长、导尿管插管时长、胃管置入时长、中心静脉置管时长、抗菌药物使用时长、V-V ECMO 支持时长差异均具有统计学意义(均 $P < 0.05$)。多因素 logistic 回归分析结果表明,ICU 转入史、应用纤维支气管镜是 V-V ECMO 患者医院感染的独立危险因素(OR 分别为 6.850、4.643,均 $P < 0.05$)。**结论** 医院应针对 V-V ECMO 患者医院感染特征及相关危险因素采取有效的防控措施,减少医院感染的发生。

[关键词] 医院感染; 静脉-静脉体外膜肺氧合; 机械通气; 鲍曼不动杆菌; 危险因素

[中图分类号] R181.3⁺2

Characteristics and risk factors of healthcare-associated infection in patients receiving veno-venous extracorporeal membrane oxygenation treatment

GUAN Qing-yan, XIN Chen, GUO Xiao-jing, PANG Hui-min, LIU Qing-wei, GAI Yu-biao
(Department of Critical Care Medicine, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266000, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the characteristics and risk factors of healthcare-associated infection (HAI) in patients receiving veno-venous extracorporeal membrane oxygenation (V-V ECMO) treatment. **Methods** Clinical data of 141 patients who received V-V ECMO treatment in the intensive care unit (ICU) of a tertiary first-class hospital in Qingdao from January 2019 to November 2023 were collected. Patients were divided into the infection group and non-infection group based on whether HAI occurred. Characteristics of HAI were analyzed, risk factors were analyzed by univariate and multivariate logistic regression analyses. **Results** Among 141 V-V ECMO patients, incidence of HAI was 37.59% ($n = 53$). A total of 81 strains of pathogens were isolated from patients in the infection group, Gram-negative bacteria accounted for 56.79% ($n = 46$), mainly *Acinetobacter baumannii*, which was up to 28.39% (carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* [CRAB] accounted for 16.05%). The main type of HAI in V-V ECMO patients was pulmonary infection alone (54.72%), followed by bloodstream infection alone (20.75%),

[收稿日期] 2024-05-26

[基金项目] 南京大学中国医院改革发展研究院课题项目(NDYG2023048);山东省医药卫生科技项目(202314050911)

[作者简介] 管清燕(1997-),女(汉族),山东省潍坊市人,护师,主要从事急危重症护理研究。

[通信作者] 盖玉彪 E-mail: gaiyubiao@126.com

multi-site infection accounted for 22.64%. Univariate analysis result showed that compared with the non-infection group, there were statistically significant differences in the history of immunosuppressive agents use, ICU transfer history, surgical history, fiberbronchoscopy, renal replacement therapy, duration of ICU stay, duration of tracheal intubation and/or tracheotomy, duration of urinary catheterization, duration of gastric tube placement, duration of central venous catheterization, duration of antimicrobial use, and duration of V-V ECMO support (all $P < 0.05$). Multivariate logistic regression analysis result showed that ICU transfer history and fiberbronchoscopy were independent risk factors for HAI in V-V ECMO patients ($OR = 6.850, 4.643$, respectively, both $P < 0.05$). **Conclusion** Hospitals should take effective prevention and control measures based on the characteristics and related risk factors of HAI in patients receiving V-V ECMO treatment to reduce the occurrence of HAI.

[Key words] healthcare-associated infection; veno-venous extracorporeal membrane oxygenation; mechanical ventilation; *Acinetobacter baumannii*; risk factor

医院感染病原菌易突变、致死率高,如何有效控制医院感染已成为日益突出的公共卫生问题^[1]。静脉-静脉体外膜肺氧合(veno-venous extracorporeal membrane oxygenation, V-V ECMO)作为一种高级生命支持装置,主要适用于重症肺炎、急性呼吸窘迫综合征、慢性阻塞性肺疾病等病因引起的重症,其应用可有效避免机械通气的潜在损伤,实施肺保护通气策略,避免肺泡过度扩张,保证全身重要脏器的氧供^[2-5]。随着肝素涂层、膜肺、泵等硬件设施及技术的不断进步,V-V ECMO 的应用呈逐年上升趋势^[2]。但作为一种有创性、高风险的机械操作,体外膜肺氧合(ECMO)并发症发生率高达 75.8%,其中医院感染是最常见的并发症之一^[6]。研究^[6-7]表明,ECMO 相关医院感染发病率为 16.4%~50%。V-V ECMO 支持治疗可持续数周甚至更长,且患者同时接受有创机械通气,原发病又多为呼吸道感染,因而更易发生医院感染^[8]。本研究旨在探究 V-V ECMO 患者医院感染的危险因素及常见感染病原体种类,为 V-V ECMO 患者医院感染的监测、控制与管理提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 采用回顾性病例对照研究,选取青岛市某三级甲等医院综合重症监护病房(ICU)于 2019 年 1 月—2023 年 11 月收治的 V-V ECMO 患者为研究对象,根据是否发生医院感染分为感染组、非感染组。医院感染诊断标准采用国家卫生部颁布的《医院感染诊断标准(试行)》中的诊断标准^[9]。

ECMO 相关医院感染定义为 ECMO 启动后 24 h 至撤机 48 h 内发生的感染,并除外使用 ECMO 之前发生的感染,且细菌学培养阳性^[10]。肺部感染:患者出现咳嗽、痰黏稠等症状,肺部闻及湿啰音,存在感染的炎症反应,影像学可见肺部炎性浸润性改变,并有合格的呼吸道标本涂片;血流感染:患者出现发热($>38^{\circ}\text{C}$)或低体温($<36^{\circ}\text{C}$),可伴有寒战、低血压等表现,且血培养分离出病原微生物;泌尿道感染:患者出现尿频、尿急、尿痛症状,尿培养病原体阳性。医院感染病例由医院感染专职人员和临床医生结合患者临床症状、病原学及其他实验室相关检查结果共同确认,并将确诊患者录入 HIS 系统医院感染模块中。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:① V-V ECMO 患者术前无医院感染史;② 住院时间 >48 h。排除标准:① 术后 48 h 内死亡或自动出院;② 临床资料不全。

1.3 观察内容 临床资料包括患者的基本信息(住院号、性别、年龄等),患者感染前重要的健康信息[患者的身体质量指数(body mass index, BMI)、吸烟史、饮酒史、免疫抑制类药物应用史、ICU 转入史、急性生理和慢性健康评分 II (APACHE II)^[11]、营养风险评分(NRS2002)、合并疾病情况、使用纤维支气管镜(fiber bronchoscopy, FB)、应用糖皮质激素治疗等],住院及手术治疗情况(ICU 住院时长、气管插管和/或气管切开时长、导尿管插管时长、胃管插管时长、中心静脉置管时长、抗菌药物使用时长、接受肾脏替代治疗时长、V-V ECMO 支持时长等),以及医院感染情况(病原体检出情况、感染类型等)。

1.4 统计学方法 正态分布的变量以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,非正态分布的变量以中位数和四分位数间距 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用 t 检验或 *Mann-Whitney U* 检验;定性变量以频数和构成比 (%) 表示,采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha = 0.05$,并将单因素分析结果 $P \leq 0.05$ 的指标纳入二元 logistic 回归模型进行分析。

2 结果

2.1 感染情况 141 例患者中,发生医院感染 53 例,感染率 37.59%。V-V ECMO 医院感染主要类型为肺部感染(54.72%)、血流感染(20.75%)、肺部感染 + 血流感染(18.86%)。感染组患者共培养出病原体 81 株,其中革兰阳性菌 23 株,占 28.39%;革兰阴性菌 46 株,占 56.79%;真菌 12 株,占 14.82%。革兰阳性菌中,粪肠球菌最为常见(9.88%);革兰阴性菌中,以鲍曼不动杆菌最常见(28.39%),其中耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌(CRAB)占 16.05%。见表 1、2。

表 1 V-V ECMO 患者医院感染类型分布

Table 1 Distribution of HAI types in patients receiving V-V ECMO treatment

感染类型	患者例数	构成比 (%)
单部位感染	41	77.36
肺部感染	29	54.72
泌尿道感染	1	1.89
血流感染	11	20.75
多部位感染	12	22.64
肺部感染 + 血流感染	10	18.86
肺部感染 + 泌尿道感染	1	1.89
肺部感染 + 泌尿道感染 + 血流感染	1	1.89
合计	53	100

注:同一例多部位感染患者各部位病原体均相同。

2.2 单因素分析 单因素分析结果显示,免疫抑制类药物应用史、ICU 转入史、手术史、应用 FB、接受肾脏替代治疗、ICU 住院时长、气管插管和/或气管切开时长、导尿管插管时长、胃管置管时长、中心静脉置管时长、抗菌药物使用时长、V-V ECMO 支持

表 2 V-V ECMO 患者医院感染病原体分布

Table 2 Distribution of HAI pathogens in patients receiving V-V ECMO treatment

病原体	株数	构成比 (%)
革兰阳性菌	23	28.39
人葡萄球菌	2	2.47
金黄色葡萄球菌	7	8.64
耐甲氧西林金黄色葡萄球菌	5	6.17
表皮葡萄球菌	3	3.71
溶血葡萄球菌	1	1.23
纹带棒杆菌	1	1.23
粪肠球菌	8	9.88
戈登链球菌	1	1.23
革兰阴性菌	46	56.79
肺炎克雷伯菌	8	9.88
铜绿假单胞菌	5	6.17
耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌	1	1.23
鲍曼不动杆菌	23	28.39
CRAB	13	16.05
大肠埃希菌	1	1.23
洋葱伯克霍尔德菌	3	3.71
吡咯菌素伯克霍尔德菌	1	1.23
多嗜伯克霍尔德菌	1	1.23
奇异变形杆菌	1	1.23
嗜麦芽窄食单胞菌	3	3.71
真菌	12	14.82
白念珠菌	3	3.71
热带念珠菌	3	3.71
光滑念珠菌	2	2.47
近平滑念珠菌	2	2.47
曲霉	2	2.47
合计	81	100

时长是 V-V ECMO 患者医院感染的影响因素。见表 3。

2.3 多因素分析 以是否发生医院感染为因变量,单因素分析结果 $P \leq 0.05$ 的因素为自变量,进行二元 logistic 回归分析,结果显示,有 ICU 转入史、应用 FB 治疗是 V-V ECMO 支持患者医院感染的独立危险因素。见表 4、5。

表 3 V-V ECMO 患者医院感染影响因素的单因素分析

Table 3 Univariate analysis on the influencing factors for HAI in patients receiving V-V ECMO treatment

变量	感染组 (n = 53)	非感染组 (n = 88)	Z/ χ^2	P
年龄[M(P ₂₅ , P ₇₅), 岁]	63.0(53.0, 69.5)	63.0(51.5, 71.0)	-0.107	0.915
性别[例(%)]			0.008	0.929
男	40(75.47)	67(76.14)		
女	13(24.53)	21(23.86)		
原发疾病[例(%)]			1.596	0.450
社区获得性肺炎	16(30.19)	30(34.09)		
急性呼吸窘迫综合征	27(50.94)	41(46.59)		
胸部多发伤及病毒性肺炎	10(18.87)	17(19.32)		
饮酒史[例(%)]			0.515	0.473
是	28(52.83)	41(46.59)		
否	25(47.17)	47(53.41)		
吸烟史[例(%)]			0.461	0.497
是	26(49.06)	38(43.18)		
否	27(50.94)	50(56.82)		
免疫抑制类药物应用史[例(%)]			12.965	<0.001
是	27(50.94)	19(21.59)		
否	26(49.06)	69(78.41)		
ICU 转入史[例(%)]			31.172	<0.001
是	26(49.06)	7(7.95)		
否	27(50.94)	81(92.05)		
应用 FB[例(%)]			48.098	<0.001
是	41(77.36)	16(18.18)		
否	12(22.64)	72(81.82)		
接受肾脏替代治疗[例(%)]			6.470	0.011
是	29(54.72)	29(32.95)		
否	24(45.28)	59(67.05)		
应用糖皮质激素治疗[例(%)]			0.816	0.366
是	13(24.53)	16(18.18)		
否	40(75.47)	72(81.82)		
合并恶性肿瘤[例(%)]			0.205	0.651
是	10(18.87)	14(15.91)		
否	43(81.13)	74(84.09)		
合并高血压[例(%)]			0.030	0.863
是	17(32.08)	27(30.68)		
否	36(67.92)	61(69.32)		
合并糖尿病[例(%)]			0.014	0.906
是	11(20.75)	19(21.59)		
否	42(79.25)	69(78.41)		
手术史[例(%)]			6.074	0.014
是	21(39.62)	18(20.45)		
否	32(60.38)	70(79.55)		

续表 3 (Table 3, Continued)

变量	感染组 (n = 53)	非感染组 (n = 88)	Z/ χ^2	P
BMI[M(P ₂₅ , P ₇₅), kg/m ²]	23.1(21.3,26.0)	23.9(21.6,25.9)	-0.407	0.684
ICU 住院时长[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	35.0(19.0,43.0)	10.0(5.0,17.0)	-8.206	<0.001
气管插管和/或气管切开时长[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	26.0(17.0,39.5)	8.5(5.0,15.0)	-7.634	<0.001
导尿管插管时长[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	29.0(19.0,42.0)	10.0(5.0,15.0)	-8.154	<0.001
胃管插管时长[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	32.0(18.5,40.0)	10.0(4.3,15.8)	-8.075	<0.001
中心静脉置管时长[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	25.0(16.0,39.0)	9.0(5.0,13.8)	-7.707	<0.001
抗菌药物使用时长[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	30.0(19.0,42.0)	9.0(5.0,16.0)	-8.221	<0.001
V-V ECMO 支持时长[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	19.0(12.5,30.0)	8.0(5.0,12.0)	-7.066	<0.001
APACHE II 评分[M(P ₂₅ , P ₇₅), 分]	17.0(15.5,21.0)	17.0(12.0,23.0)	-1.008	0.277
营养风险 NRS2002[M(P ₂₅ , P ₇₅), 分]	4.0(3.0,5.5)	4.0(3.0,5.0)	-0.018	0.986

表 4 多因素分析自变量赋值表

Table 4 Assignment of independent variables in multivariate analysis

变量	赋值方式	变量	赋值方式
免疫抑制类药物应用史	是 = 1; 否 = 0	气管插管和/或气管切开时间(d)	连续变量, 原值录入
ICU 转入史	是 = 1; 否 = 0	导尿管插管时间(d)	连续变量, 原值录入
应用 FB	是 = 1; 否 = 0	胃管插管时间(d)	连续变量, 原值录入
接受肾脏替代治疗	是 = 1; 否 = 0	中心静脉置管时间(d)	连续变量, 原值录入
手术史	是 = 1; 否 = 0	抗菌药物使用时间(d)	连续变量, 原值录入
ICU 住院时间(d)	连续变量, 原值录入	V-V ECMO 支持时间(d)	连续变量, 原值录入

表 5 V-V ECMO 患者医院感染危险因素的二元 logistic 回归分析

Table 5 Binary logistic regression analysis on risk factors for HAI in patients receiving V-V ECMO treatment

变量	β	S _b	Wald χ^2	P	OR	95%CI
免疫抑制类药物应用史	0.306	0.671	0.208	0.648	1.358	0.365~5.055
ICU 转入史	1.924	0.741	6.736	0.009	6.850	1.602~29.297
应用 FB	1.535	0.674	5.191	0.023	4.643	1.239~17.397
接受肾脏替代治疗	0.137	0.673	0.041	0.839	1.147	0.307~4.290
手术史	-0.279	0.699	0.159	0.690	0.757	0.192~2.976
ICU 住院时间	0.147	0.202	0.531	0.466	1.158	0.780~1.720
气管插管和/或气管切开时间	-0.184	0.146	1.584	0.208	0.832	0.625~1.108
导尿管插管时间	-0.071	0.177	0.158	0.691	0.932	0.659~1.319
胃管插管时间	0.311	0.196	2.519	0.112	1.365	0.929~2.006
中心静脉置管时间	0.053	0.116	0.205	0.651	1.054	0.839~1.323
抗菌药物使用时间	-0.022	0.226	0.009	0.924	0.979	0.629~1.524
V-V ECMO 支持时间	-0.054	0.107	0.256	0.613	0.947	0.767~1.169

3 讨论

3.1 V-V ECMO 患者医院感染发病率较高 谈宜斌^[12]等发现 ECMO 感染发病率为 29.03%。另

有研究^[10]表明,ECMO 感染发病率为 23.93%。本研究中 V-V ECMO 患者医院感染发病率达 37.59%,较上述数据高,分析其原因为:①V-V ECMO 治疗期间,中心静脉置管、导尿管留置、胃管留置等侵入性操作为诱发医院感染的高危因素,且此时患者多处

在高应激状态,存在类全身炎症反应综合征(systemic inflammatory response syndrome, SIRS)^[13],免疫力降低,易发生医院感染。②V-V ECMO 患者作为 ICU 中病情最严重的呼吸衰竭患者,需使用呼吸机辅助支持,而机械通气患者因气管插管或气管切开,呼吸系统的生理屏障作用受到损伤,纤毛运动减弱,防御功能降低,加之吸痰等侵入性操作加重呼吸道黏膜损伤,增加了病原菌直接污染的风险,因此易诱发呼吸机相关肺炎。③V-V ECMO 患者因病情及治疗原因需长期制动、深度镇痛镇静,因此导致患者咳痰无力,清除口鼻腔分泌物障碍可诱发误吸及坠积性肺炎。④部分 V-V ECMO 患者联合应用持续性肾脏替代治疗以处理急性肾损伤和治疗液体负荷过重,而有效的抗凝是两者联合运转的重要前提,这可能导致患者凝血功能异常。若手术创口发生渗血,带有血液的伤口敷料为病原菌提供了适宜的生长环境,增加了患者医院感染风险^[14-16]。

3.2 V-V ECMO 患者医院感染类型多为肺部感染,且 CRAB 为常见病原菌 Abrams 等^[17]汇总了 17 374 例因呼吸衰竭进行体外生命支持治疗患者的研究数据,结果表明呼吸衰竭患者的病原菌培养阳性率高达 64.9%。Thomas 等^[18]指出,V-V ECMO 患者呼吸机相关肺炎发病率为 45.5%。本研究结果肺部感染发病率为 54.72%,低于 Abrams 等^[17]的研究但高于 Thomas 等^[18]的研究,可能与研究样本量、各地区经济及医疗资源分配等情况相关。病原菌培养不仅有助于诊断和区分医院感染,还可指导临床医护人员根据细菌培养及药敏试验结果规范合理的使用抗菌药物,优化医院感染防控措施^[19]。本次感染组患者共培养出病原体 81 株,其中革兰阴性菌 46 株,占比 56.79%,CRAB 占 16.06%。针对这种情况,对 CRAB 感染患者应及时采取病房隔离措施,避免病原菌的进一步播散,降低 V-V ECMO 患者医院感染发生的风险^[20-21]。

3.3 ICU 转入史、FB 检查是 V-V ECMO 患者医院感染的独立危险因素 本研究二元 logistic 回归分析表明,有 ICU 转入史的 V-V ECMO 患者医院感染风险是未转入 ICU 患者的 6.736 倍。尽管转入 ICU 可降低急性可逆性疾病、慢性疾病急性加重期患者的病死率,帮助纠正与手术应激相关的生理功能紊乱,如水电解质紊乱、体温过低等,但同时也面临相关的并发症,如谵妄、睡眠剥夺、获得性衰弱、医院感染等。方清等^[22]的研究表明,与未转入 ICU 组患者相比,转入 ICU 患者术后心血管并发症、肺

部感染、术后谵妄发生率较高。具有 ICU 转入史表明患者曾患危重症,再次入院可能由于既往病症并未完全治愈或新发严重疾病,较初次入院既往体健患者易发生医院感染。因此,应进一步提高对有 ICU 转入史的 V-V ECMO 患者医院感染的关注度,及时采取针对性预防及治疗措施。

此外,行 FB 检查也是 V-V ECMO 患者医院感染的独立危险因素。FB 集诊断、治疗等多种功能于一体,能在直视下进行深部吸痰、清除痰痂或异物,对呼吸衰竭患者肺康复具有意义^[23-25]。但 FB 的应用容易对支气管黏膜和局部血管造成损伤,插入过程中病原菌有机会被携带到远端支气管或肺泡甚至血液中,造成医院感染。因此,应加强 FB 使用中的感染控制管理,加强检查与维护、清洗与消毒,以确保各部件完好,保证消毒效果;尽量将 ICU 床旁 FB 检查安排在单间进行,避免术中气溶胶飞溅;使用过程中严格无菌操作,提高医务人员手卫生依从率,做好标准预防^[26-28]。

本研究分析了 V-V ECMO 患者医院感染的现状及其影响因素,并进一步分析其独立危险因素。本研究具有一定局限性,如研究纳入样本量小,样本代表性受限,缺乏多中心的外部验证等,且研究为回顾性研究,可能存在由研究性质所致的信息偏倚,因此未来需要进行前瞻性研究予以验证和优化。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 医院感染监测标准 WS/T 312—2023[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(9): 1129—1142.
National Health Commission of the People's Republic of China. Standard for healthcare associated infection surveillance WS/T 312—2023[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2023, 22(9): 1129—1142.
- [2] Barbaro RP, MacLaren G, Boonstra PS, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for COVID-19: evolving outcomes from the international extracorporeal life support organization registry[J]. Lancet, 2021, 398(10307): 1230—1238.
- [3] Tonna JE, Abrams D, Brodie D, et al. Management of adult patients supported with venovenous extracorporeal membrane oxygenation (VV ECMO): guideline from the extracorporeal life support organization (ELSO)[J]. ASAIO J, 2021, 67(6): 601—610.
- [4] 崔晓倩, 田加坤, 张敏, 等. 静脉-静脉体外膜肺氧合上机时机的探讨[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(25): 1887—1890.

- Cui XQ, Tian JK, Zhang M, et al. Timing of starting veno-venous extracorporeal membrane oxygenation [J]. National Medical Journal of China, 2022, 102(25): 1887-1890.
- [5] 陆凤霞, 姚昊, 任云, 等. 静脉-静脉体外膜肺氧合(VV-ECMO)治疗成人重症呼吸衰竭的研究进展[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2020, 27(12): 1485-1490.
- Lu FX, Yao H, Ren Y, et al. Research progress of veno-venous extracorporeal membrane oxygenation (VV-ECMO) in the treatment of adult severe respiratory failure[J]. Chinese Journal of Clinical Thoracic and Cardiovascular Surgery, 2020, 27(12): 1485-1490.
- [6] 高国栋, 黑飞龙, 吉冰洋, 等. 128 例成人体外膜肺氧合支持治疗患者相关并发症回顾分析[J]. 中国分子心脏病学杂志, 2015, 15(1): 1197-1201.
- Gao GD, Hei FL, Ji BY, et al. Retrospective analysis of complications of 128 adult patients managed by extracorporeal membrane oxygenation in Fuwai Hospital[J]. Molecular Cardiology of China, 2015, 15(1): 1197-1201.
- [7] 叶倩倩, 石磊, 黄勋, 等. 某三甲医院 ECMO 相关医院感染的危险因素研究[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(5): 415-421.
- Ye QQ, Shi L, Huang X, et al. Risk factors for healthcare-associated infection in patients with extracorporeal membrane oxygenation in a tertiary hospital in China[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(5): 415-421.
- [8] 王梦晴, 酆弈帆, 段立伟, 等. 体外膜肺氧合患者医疗相关感染的研究进展[J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34(10): 1099-1102.
- Wang MQ, Li YF, Duan LW, et al. Research progress on healthcare-associated infection in patients with extracorporeal membrane oxygenation [J]. Chinese Critical Care Medicine, 2022, 34(10): 1099-1102.
- [9] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. 中华医学杂志, 2001, 81(5): 314-320.
- Ministry of Health of the People's Republic of China. Diagnostic criteria for nosocomial infections(proposed)[J]. National Medical Journal of China, 2001, 81(5): 314-320.
- [10] 张东芳, 李占结. 163 例 ECMO 治疗患者医院感染情况及其危险因素[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(5): 410-414.
- Zhang DF, Li ZJ. Characteristics and risk factors of healthcare-associated infection in 163 patients treated with extracorporeal membrane oxygenation[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(5): 410-414.
- [11] 顾婷, 张婧莺, 唐莹, 等. ICU 老年恶性肿瘤患者 APACHE II 评分、SOFA 评分与健康相关生命质量的相关性研究[J]. 老年医学与保健, 2021, 27(6): 1139-1143.
- Gu T, Zhang JY, Tang Y, et al. Study on the correlation between APACHE II score and SOFA score and health-related quality of life in elderly patients with malignant tumors in ICU [J]. Geriatrics & Health Care, 2021, 27(6): 1139-1143.
- [12] 谈宜斌, 王莹, 蔡书翰, 等. 成人体外膜肺氧合术支持治疗患者医院感染流行病学特点[J]. 中华医院感染学杂志, 2020, 30(22): 3434-3438.
- Tan YB, Wang Y, Cai SH, et al. Epidemiological characteristics of nosocomial infection in adult patients undergoing extracorporeal membrane oxygenation[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2020, 30(22): 3434-3438.
- [13] Millar JE, Fanning JP, McDonald CI, et al. The inflammatory response to extracorporeal membrane oxygenation (ECMO): a review of the pathophysiology[J]. Crit Care, 2016, 20(1): 387.
- [14] 周晔, 李呈龙, 王晓存, 等. 体外膜肺氧合辅助患者医院感染病原菌分布与耐药性分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2015, 25(22): 5097-5099.
- Zhou Y, Li CL, Wang XC, et al. Distribution and drug resistance of pathogens causing nosocomial infections in patients treated with extracorporeal membrane oxygenation [J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2015, 25(22): 5097-5099.
- [15] 韩雨澎, 冯瑞霞, 崔晓娜, 等. VV-ECMO 治疗重症呼吸衰竭患者并发血流感染的危险因素及病原菌分析[J]. 疑难病杂志, 2022, 21(9): 921-926.
- Han YP, Feng RX, Cui XN, et al. Risk factors and pathogen analysis of bloodstream infection in patients with severe respiratory failure treated with VV-ECMO[J]. Chinese Journal of Difficult and Complicated Cases, 2022, 21(9): 921-926.
- [16] 胡朕瑜, 彭民金, 付彬彬, 等. ECMO 支持治疗患者医院感染巢式病例对照研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(18): 2747-2751.
- Hu ZY, Peng MJ, Fu BB, et al. A nested case-control study of healthcare-associated infections in patients receiving ECMO supportive treatment[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2023, 33(18): 2747-2751.
- [17] Abrams D, Grasselli G, Schmidt M, et al. ECLS-associated infections in adults: what we know and what we don't yet know[J]. Intensive Care Med, 2020, 46(2): 182-191.
- [18] Thomas G, Hraiech S, Cassir N, et al. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation devices-related colonisations and infections[J]. Ann Intensive Care, 2017, 7(1): 111.
- [19] 李耘, 郑波, 吕媛, 等. 中国细菌耐药监测(CARST)研究 2019—2020 革兰氏阴性菌监测报告[J]. 中国临床药理学杂志, 2022, 38(5): 432-452.
- Li Y, Zheng B, Lv Y, et al. Antimicrobial susceptibility of Gram-negative organisms: results from China antimicrobial resistance surveillance trial (CARST) program, 2019-2020 [J]. The Chinese Journal of Clinical Pharmacology, 2022, 38(5): 432-452.
- [20] 吴迪, 魏铭, 曾韡, 等. ICU 呼吸机相关性肺炎患者耐碳青霉烯类不动杆菌感染的危险因素及其耐药基因[J]. 中华医院感染学杂志, 2024, 34(1): 23-27.
- Wu D, Wei M, Zeng W, et al. Risk factors for carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* infection in ICU patients with ventilator-associated pneumonia and drug resistance genes[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2024, 34(1): 23-27.
- [21] 高晶. 耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌医院感染患者临床特点及死亡风险预测模型构建[J]. 中国感染与化疗杂志, 2023, 23

(2): 181 - 188.

Gao J. Establishing a risk prediction model for predicting mortality of patients with carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* nosocomial infection based on clinical characteristics [J]. Chinese Journal of Infection and Chemotherapy, 2023, 23 (2): 181 - 188.

[22] 方清, 张宗泽, 王焱林, 等. 髋关节置换术患者术后转入 ICU 的危险因素及预后分析[J]. 武汉大学学报(医学版), 2021, 42(1): 128 - 131.

Fang Q, Zhang ZZ, Wang YL, et al. Risk factors and prognosis of hip arthroplasty patients transferred to intensive care unit after operation[J]. Medical Journal of Wuhan University, 2021, 42(1): 128 - 131.

[23] 边静, 张兵. 纤维支气管镜吸痰联合肺泡灌洗在呼吸机相关性肺炎中的应用价值研究[J]. 中国实用医药, 2023, 18(14): 16 - 20.

Bian J, Zhang B. Study on application value of bronchoscopic sputum aspiration combined with alveolar lavage in ventilator-associated pneumonia[J]. China Practical Medicine, 2023, 18 (14): 16 - 20.

[24] 陈余思, 胡强, 江平飞, 等. 纤维支气管镜联合快速现场评价对肺部感染的诊断价值[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20 (4): 351 - 356.

Chen YS, Hu Q, Jiang PF, et al. Diagnostic value of fiber-bronchoscopy combined with rapid on-site evaluation in pulmonary infection[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(4): 351 - 356.

[25] 李万怡, 王永军, 魏莉莉, 等. 支气管肺泡灌洗指南的方法学质量评价[J]. 中国循证医学杂志, 2021, 21(11): 1325 - 1331.

Li WY, Wang YJ, Wei LL, et al. Clinical practice guidelines of bronchoalveolar lavage: a methodological quality study[J].

Chinese Journal of Evidence-Based Medicine, 2021, 21(11): 1325 - 1331.

[26] 赵鑫, 赵保健, 谢泽敏, 等. 纤维支气管镜在经皮扩张气管切开术中的应用[J]. 临床麻醉学杂志, 2022, 38(11): 1147 - 1151.

Zhao X, Zhao BJ, Xie ZM, et al. Application of fiberoptic bronchoscope in percutaneous dilatation tracheotomy[J]. Journal of Clinical Anesthesiology, 2022, 38(11): 1147 - 1151.

[27] Galdys AL, Marsh JW, Delgado E, et al. Bronchoscope-associated clusters of multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* and carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* [J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2019, 40(1): 40 - 46.

[28] 蒋玉兰, 谌绍林, 谢立琴, 等. 全程标准化防控 ICU 纤维支气管镜相关多重耐药菌感染策略的应用效果研究[J]. 中国护理管理, 2020, 20(11): 1732 - 1736.

Jiang YL, Chen SL, Xie LQ, et al. The effect of standardized strategies for the prevention of ICU bronchofiberscopy-associated multidrug-resistant organism in the whole procedure[J]. Chinese Nursing Management, 2020, 20(11): 1732 - 1736.

(本文编辑: 翟若南)

本文引用格式:管清燕, 辛晨, 郭小靖, 等. 静脉-静脉体外膜肺氧合患者医院感染特征及危险因素[J]. 中国感染控制杂志, 2024, 23 (12): 1559 - 1566. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20245390.

Cite this article as: GUAN Qing-yan, XIN Chen, GUO Xiao-jing, et al. Characteristics and risk factors of healthcare-associated infection in patients receiving veno-venous extracorporeal membrane oxygenation treatment[J]. Chin J Infect Control, 2024, 23(12): 1559 - 1566. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20245390.