

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20216190

· 论 著 ·

## 某三甲医院 ECMO 相关医院感染的危险因素研究

叶倩倩<sup>1,2</sup>, 石磊<sup>3</sup>, 黄勳<sup>2</sup>, 彭小贝<sup>3</sup>, 李春辉<sup>2</sup>, 吴安华<sup>2</sup>, 刘韶<sup>1</sup>, 周鹏程<sup>2,4,5</sup>

(1. 中南大学湘雅医院药学部, 湖南长沙 410008; 2. 中南大学湘雅医院医院感染控制中心, 湖南长沙 410008; 3. 中南大学湘雅医院重症医学科, 湖南长沙 410008; 4. 中南大学湘雅三医院感染科, 湖南长沙 410013; 5. 中南大学湘雅三医院医院感染控制中心, 湖南长沙 410013)

**[摘要]** 目的 分析体外膜肺氧合(Extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)相关医院感染患者的临床特征及危险因素, 为 ECMO 相关医院感染的防控提供理论依据。方法 回顾性分析某院 2014 年 6 月—2018 年 9 月行 ECMO 治疗的患者, 按照 1:2 配对方法选择未接受 ECMO 治疗的患者作为对照组(非 ECMO 组), 比较两组患者基本资料及住院费用。根据是否发生 ECMO 相关医院感染分为 ECMO 感染组, 未发生医院感染的作为 ECMO 对照组, 比较两组患者临床特征, 评估 ECMO 相关医院感染的危险因素、病死率和医疗费用。结果 共有 30 例接受 ECMO 治疗的患者纳入研究, 平均年龄(41.9 ± 16.2)岁, 76.7% 的患者为男性, 22 例患者行静脉-静脉 ECMO 模式(venovenous ECMO, VV ECMO)。15 例患者出现 24 例次 ECMO 相关医院感染, 包括 12 例次血流感染、9 例次肺部感染、1 例次尿路感染、1 例次手术部位感染及 1 例次胃肠道感染。ECMO 感染组的患者 ECMO 治疗时间更长、气管切开的比例较高、血红蛋白较低。多因素 logistic 回归分析显示 ECMO 治疗时间 ≥ 10 d 是 ECMO 相关医院感染的独立危险因素。发生 ECMO 相关医院感染的患者较 ECMO 对照组, 其住院时间延长[(44.5 ± 39.6)d VS (18.4 ± 11.7)d,  $P=0.021$ ]、医疗费用增加[(413 359.9 ± 204 887.0)元 VS (264 925.3 ± 76 079.7)元,  $P=0.004$ ]。结论 医院感染是 ECMO 治疗的常见并发症, 显著增加医疗费用和住院时间, 明确 ECMO 治疗的适应证, 尽快停止呼吸循环辅助可减少 ECMO 相关感染的发生。

**[关键词]** 体外膜肺氧合; 医院感染; 危险因素; 医疗费用

**[中图分类号]** R181.3<sup>+</sup>2

## Risk factors for healthcare-associated infection in patients with extracorporeal membrane oxygenation in a tertiary hospital in China

YE Qian-qian<sup>1,2</sup>, SHI Lei<sup>3</sup>, HUANG Xun<sup>2</sup>, PENG Xiao-bei<sup>3</sup>, LI Chun-hui<sup>2</sup>, WU An-hua<sup>2</sup>, LIU Shao<sup>1</sup>, ZHOU Peng-cheng<sup>2,4,5</sup> (1. Department of Pharmacy, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China; 2. Center for Healthcare-associated Infection Control, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China; 3. Intensive Care Unit, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China; 4. Department of Infectious Diseases, The Third Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410013, China; 5. Center for Healthcare-associated Infection Control, The Third Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410013, China)

**[Abstract]** **Objective** To analyze the clinical characteristics and risk factors of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)-related healthcare-associated infection (HAI), provide theoretical basis for the prevention and control of ECMO-related HAI. **Methods** Patients who received ECMO treatment in a tertiary hospital from June 2014 to

[收稿日期] 2020-10-25

[基金项目] 湘雅临床大数据项目(2013)

[作者简介] 叶倩倩(1987-), 女(汉族), 河南省宝丰人, 主要从事临床药学、抗感染研究。

[通信作者] 周鹏程 E-mail: xypez@csu.edu.cn

September 2018 were retrospectively analyzed, according to the 1 : 2 matching method, patients who didn't receive ECMO treatment were selected as the control group (non-ECMO group), basic information and hospitalization expense of two groups of patients were compared. According to whether ECMO-related HAI occurred, patients who received ECMO treatment were divided into ECMO infection group and ECMO control group, clinical characteristics of two groups of patients were compared, risk factors, mortality and medical expenses of ECMO-related HAI were evaluated. **Results** A total of 30 patients who received ECMO treatment were included in the study, with an average age of  $(41.9 \pm 16.2)$  years, 76.7% of the patients were male, and 22 patients underwent venovenous ECMO (VV ECMO). 15 patients had 24 cases of ECMO-related HAI, including 12 cases of bloodstream infection, 9 cases of pulmonary infection, 1 case of urinary tract infection, 1 case of surgical site infection and 1 case of gastrointestinal infection. Patients in ECMO infection group had longer ECMO support time, higher proportion of tracheotomy and lower hemoglobin level. Multivariate logistic regression analysis showed that ECMO support time  $\geq 10$  days was an independent risk factor for ECMO-related HAI. Compared with ECMO control group, patients with ECMO-related HAI had longer hospital stay ( $[44.5 \pm 39.6]$  d vs  $[18.4 \pm 11.7]$  d,  $P = 0.021$ ) and higher medical expense ( $[413\ 359.9 \pm 204\ 887.0]$  Yuan vs  $[264\ 925.3 \pm 76\ 079.7]$  Yuan,  $P = 0.004$ ). **Conclusion** HAI is a common complication of ECMO treatment, which significantly increases medical expense and length of hospital stay. Defining indications of ECMO treatment as well as stopping respiratory circulatory support as early as possible can reduce the incidence of ECMO-related infection.

**[Key words]** extracorporeal membrane oxygenation; healthcare-associated infection; risk factor; medical expense

体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)首先用于治疗成人呼吸窘迫综合征<sup>[1]</sup>,目前作为危重患者的一种新型治疗手段,越来越多危及生命的呼吸系统疾病、心血管疾病和心肺衰竭患者从中获益,如危重型新冠肺炎患者常伴有呼吸衰竭和急性呼吸窘迫,ECMO 作为重要的体外生命支持方式发挥了重要作用<sup>[2-5]</sup>。作为有创治疗,ECMO 可发生大出血、血栓形成及其他严重并发症,感染是其最常见和致命的并发症之一<sup>[6-9]</sup>。接受 ECMO 治疗的患者病死率较高,原因纷繁复杂,其中医疗相关感染(healthcare-associated infection, HAI)日益引起医务人员的关注。文献<sup>[10]</sup>报道,约 64%接受 ECMO 的心源性休克患者发生医院感染,病死率达 36%。近年来,国外有研究<sup>[11-15]</sup>报道接受 ECMO 患者相关医院感染发病率较高,危险因素较多。因此,本研究旨在评估某院接受 ECMO 治疗的患者其 ECMO 相关医院感染的发病率,探讨其危险因素及对患者预后的影响,为 ECMO 相关医院感染的防控提供理论依据。

## 1 资料与方法

1.1 病例资料 纳入 2014 年 6 月—2018 年 9 月在中南大学湘雅医院接受 ECMO 治疗的患者,治疗时间超过 48 h,且年龄  $> 16$  岁。排除本次治疗前在其他医院接受过 ECMO 治疗的患者。

1.2 ECMO 治疗 由重症医学科专家决定是否实施 ECMO 治疗。患者由 ECMO 团队(重症医学专家和护士组成)管理,团队成员接受统一培训,24 h 值班。ECMO 技术主要有静脉-动脉(venoarterial ECMO, VA ECMO)、静脉-静脉(venovenous ECMO, VV ECMO)、静脉-静脉-动脉 ECMO 三种形式。VA ECMO 用于心源性休克、心脏骤停或不可逆心力衰竭患者。VV ECMO 仅限于急性可逆性呼吸衰竭患者。以下情况禁用 ECMO:(1)心脏骤停前意识状态严重受损;(2)多器官功能障碍;(3)无法控制的外伤性出血、胃肠大出血、颅内活动性出血;(4)明确拒绝心肺复苏意愿;(5)左心室血栓形成;(6)主动脉瓣严重反流。所有患者的床旁护理均由经过培训的护士提供,护患比为 1 : 1。

1.3 ECMO 相关感染的诊断标准 医院感染的定义符合 2018 年美国疾病控制与预防中心及国家医疗安全网络监测的定义<sup>[12]</sup>。本研究 ECMO 相关医院感染的定义为:ECMO 启动后 24 h 至停止 ECMO 后 48 h 内发生的感染被认为是与 ECMO 相关的医院感染,且排除在使用 ECMO 之前发生的感染。

1.4 资料收集与分组 回顾性收集患者临床指标,主要包括:住院日期、急性生理和慢性健康(acute physiology and chronic health evaluation, APACHE) II 评分、机械通气、气管插管、气管切开、留置导尿管、留置中央静脉导管、使用纤维支气管

镜、血液净化治疗、全肠外营养、输血、使用免疫抑制剂,伴发疾病如慢性肺部疾病、心血管疾病、糖尿病、实体肿瘤、血液肿瘤、创伤、烧伤、肝硬化、慢性肾功能不全及实施 ECMO 之前 48 h 内的实验室检查结果(血清蛋白、血清肌酐、总胆红素、血糖、血红蛋白),以及住院费用和抗菌药物费用。

对于每例接受 ECMO 治疗的患者,选择 2 例未接受 ECMO 治疗的患者作为对照组(非 ECMO 组),对照组纳入标准要求患者性别相同、年龄( $\pm 3$ 岁)、入院时间( $\pm 1$ 个月),且无感染的患者。通过比较 ECMO 组和非 ECMO 组的流行病学和患者情况,了解 ECMO 组患者的临床特点。根据是否发生 ECMO 相关医院感染分为 ECMO 感染组、ECMO 对照组(未发生医院感染者),以评估 ECMO 相关医院感染的危险因素、病死率和医疗费用。

**1.5 统计学方法** 应用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。计量资料符合正态分布以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用独立样本  $t$  检验进行比较。计数资料以率表示,采用

$\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率检验进行比较。将单变量纳入 logistic 多因素回归分析, $P \leq 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 ECMO 组和非 ECMO 组一般资料** 研究共纳入 2014 年 6 月—2018 年 9 月在重症监护病房(ICU)接受 ECMO 治疗的患者 30 例,其中 15 例(50.0%)患者发生 ECMO 相关医院感染。30 例患者中位年龄 41.7 岁,男性 23 例(76.7%),22 例患者予以 VV ECMO 治疗(73.3%),使用 ECMO 最常见的原因因为急性呼吸窘迫综合征,共计 23 例(76.7%)。ECMO 组患者 APACHE II 评分、ICU 住院日数、总住院日数、病死率、抗菌药物费用及总住院费用均高于非 ECMO 组患者,差异均有统计学意义(均  $P < 0.001$ )。见表 1。

**表 1** ECMO 组与非 ECMO 组患者的住院情况及住院费用比较

**Table 1** Comparison of hospitalization condition and hospitalization expense between ECMO group and non-ECMO group

项目	ECMO 组( $n=30$ )	非 ECMO 组( $n=60$ )	$\chi^2/t$	$P$
年龄(岁)	41.9 $\pm$ 16.2	42.2 $\pm$ 15.9	0.102	0.943
男性[例(%)]	23(76.7)	46(76.7)	/	<0.001
APACHE II 评分(分)	24.5 $\pm$ 8.8	6.2 $\pm$ 2.9	-11.064	<0.001
ICU 住院日数(d)	24.1 $\pm$ 19.5	2.0 $\pm$ 1.8	-6.215	<0.001
总住院日数(d)	31.4 $\pm$ 31.6	12.3 $\pm$ 7.1	-3.273	<0.001
死亡[例(%)]	6(20.0)	0(0.0)	12.857	<0.001
抗菌药物费用(元)	39 815.8 $\pm$ 39 494.0	1 447.2 $\pm$ 1 590.1	-5.319	<0.001
总住院费用(元)	339 142.6 $\pm$ 169 581.8	66 079.5 $\pm$ 41 426.3	-8.691	<0.001

**2.2 ECMO 相关医院感染预后及经济负担** 患者 ICU 住院日数 ECMO 感染组为 3~85 d,平均(34.3  $\pm$  22.5)d,ECMO 对照组为 5~33 d,平均(13.9  $\pm$  7.7)d。患者总住院日数 ECMO 感染组为 6~161 d,平均(44.5  $\pm$  39.6)d,ECMO 对照组为 7~52 d,平均(18.4  $\pm$  11.7)d。ECMO 感染组患者 ICU 住院日数、总住院日数、抗菌药物费用、总住院费用均高于

ECMO 对照组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。两组患者病死率比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 2。有 4 例患者在 ECMO 治疗后 5 d 内出现相关医院感染,3 例患者在 5~10 d 出现,5 例患者在 10~20 d 出现,3 例患者超过 20 d 出现。

表 2 ECMO 感染组与对照组患者的住院情况及住院费用比较

Table 2 Comparison of hospitalization condition and hospitalization expense between ECMO infection group and control group

项目	ECMO 感染组 (n = 15)	ECMO 对照组 (n = 15)	$\chi^2/t$	P
ICU 住院日数(d)	34.3 ± 22.5	13.9 ± 7.7	-3.314	0.003
总住院日数(d)	44.5 ± 39.6	18.4 ± 11.7	-2.444	0.021
死亡[例(%)]	4(26.7)	2(13.3)	0.833	0.651
抗菌药物费用(元)	60 539.5 ± 45 156.9	19 092.1 ± 16 477.8	-3.339	0.003
总住院费用(元)	413 359.9 ± 204 887.0	264 925.3 ± 76 079.7	-2.630	0.004

2.3 ECMO 相关医院感染的危险因素分析 相较于对照组,ECMO 感染组在 ECMO 启动前血红蛋白水平较低,行气管切开的患者较多,差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。ECMO 感染组患者疗程为 2~84 d,ECMO 对照组患者疗程为 3~15 d。单因素分析结果显示,ECMO 持续时间长、气管切开、血红

蛋白偏低均为 ECMO 相关医院感染的危险因素。见表 3。logistic 回归分析显示 ECMO 持续时间  $\geq 10$  d [ $OR(95\%CI): 76.271(1.103 \sim 5272.277)$ ],  $P = 0.045$ ] 为发生 ECMO 相关医院感染的独立危险因素。

表 3 ECMO 相关医院感染的临床特征及 logistic 单因素分析结果

Table 3 Clinical characteristics and logistic univariate analysis results of ECMO-related HAI

项目	ECMO 感染组 (n = 15)	ECMO 对照组 (n = 15)	OR(95% CI)	P
年龄(岁)	42.1 ± 17.6	41.7 ± 15.4	1.002 (0.958~1.048)	0.936
男性[例(%)]	13(86.7)	10(66.7)	0.308 (0.049~1.928)	0.208
VA-ECMO[例(%)]	3(20.0)	5(33.3)	2.000 (0.381~10.511)	0.413
ECMO 疗程(d)	18.3 ± 20.4	7.1 ± 3.1	17.875 (2.734~116.877)	0.003
<10[例(%)]	4(26.7)	13(86.7)	/	/
$\geq 10$ [例(%)]	11(73.3)	2(13.3)	/	/
APACHE II 评分(分) <sup>a</sup>	25.7 ± 8.6	23.3 ± 9.1	1.032 (0.949~1.122)	0.465
既往住院史[例(%)]				
既往住院时间 < 6 个月	15(100.0)	13(86.7)	/	0.999
有 ICU 住院史	5(33.3)	2(13.3)	3.250 (0.519~20.370)	0.208
手术史	3(20.0)	4(26.7)	0.688 (0.125~3.786)	0.667
机械通气	15(100.0)	14(93.3)	/	1.000
气管插管	15(100.0)	14(93.3)	/	1.000
气管切开	8(53.3)	2(13.3)	7.429 (1.226~45.005)	0.029
留置导尿管	15(100.0)	14(93.3)	/	1.000
留置中心静脉导管	14(93.3)	14(93.3)	1.000 (0.057~17.621)	1.000
纤维支气管镜检查	8(53.3)	8(53.3)	1.000 (0.238~4.198)	1.000
胃镜或结肠镜检查	2(13.3)	1(6.7)	2.154 (0.174~26.672)	0.550
血液净化治疗	4(26.7)	4(26.7)	1.000 (0.198~5.045)	1.000
全肠外营养	1(6.7)	2(13.3)	0.464 (0.037~5.749)	0.550
输血	12(80.0)	14(93.3)	0.286 (0.026~3.121)	0.304
其他操作	15(100.0)	15(100.0)	1.000	1.000
使用免疫抑制剂	0(0.0)	0(0.0)	1.000	1.000
使用糖皮质激素	2(13.3)	1(6.7)	2.154 (0.174~26.672)	0.550

续表 3 (Table 3, Continued)

项目	ECMO 感染组 (n = 15)	ECMO 对照组 (n = 15)	OR(95% CI)	P
潜在疾病[例(%)]				
慢性肺部疾病	2(13.3)	1(6.7)	2.154 (0.174~26.672)	0.550
心血管疾病	4(26.7)	2(13.3)	2.364 (0.361~15.455)	0.369
糖尿病	1(6.7)	1(6.7)	1.000 (0.057~17.621)	1.000
实体瘤	0(0.0)	0(0.0)	1.000	1.000
血液肿瘤	0(0.0)	0(0.0)	1.000	1.000
外伤	0(0.0)	1(6.7)	0.000	1.000
烧伤	0(0.0)	0(0.0)	1.000	1.000
肝硬化	1(6.7)	0(0.0)	0.000	1.000
慢性肾功能不全	1(6.7)	1(6.7)	1.000 (0.057~17.621)	1.000
实验室指标 <sup>b</sup>				
清蛋白(g/L)	25.1 ± 4.0	25.2 ± 3.3	0.990 (0.807~1.215)	0.925
血清肌酐(μmol/L)	152.0 ± 121.8	157.1 ± 109.4	1.000 (0.993~1.006)	0.900
总胆红素(μmol/L)	26.7 ± 17.4	22.2 ± 16.7	1.017 (0.973~1.063)	0.459
血糖(mmol/L)	8.0 ± 3.0	8.0 ± 2.6	1.006 (0.776~1.305)	0.963
血红蛋白(g/L)	88.0 ± 13.9	105.4 ± 24.1	0.952 (0.908~0.998)	0.040

注:a 表示在 ICU 入院时计算;b 表示 ECMO 启动前在 ICU 时的最新测量值。

2.4 ECMO 相关医院感染的病原菌分布及感染部位 15 例发生 ECMO 相关医院感染的患者总共发生 24 例次感染,涉及感染包括:血流感染 12 例次、肺部感染 9 例次(其中呼吸机相关肺炎 3 例次)、尿路感染 1 例次、手术部位感染 1 例次、肠胃炎 1 例次。15 例感染患者共培养出 35 株病原菌,标本来自痰、支气管灌洗液、血和伤口分泌物,其中检出较多的菌株为:肺炎克雷伯菌(8 株)、鲍曼不动杆菌(6 株)、铜绿假单胞菌(5 株)、嗜麦芽窄食单胞菌(3 株),真菌培养出近平滑念珠菌(2 株)和热带念珠菌(1 株),见表 4。手术部位感染和尿路感染各培养出 1 株肺炎克雷伯菌。ECMO 启动后平均 12.3 d(1~26 d)培养出鲍曼不动杆菌,12.8 d(3~26 d)培养出肺炎克雷伯菌,10.6 d(1~26 d)培养出铜绿假单胞菌。

ECMO 相关医院感染中血流感染发病率最高,单因素分析结果表明,ECMO 疗程 ≥ 10 d、气管切开是 ECMO 患者发生血流医院感染的危险因素(均  $P < 0.05$ );多元 logistic 回归分析显示 ECMO 疗程 ≥ 10 d 为 ECMO 患者发生血流医院感染的独立危险因素[OR (95% CI):25.000 (2.157~289.762),  $P = 0.010$ ]。

表 4 ECMO 相关血流、肺部医院感染病原菌分布

Table 4 Distribution of pathogens in ECMO-related bloodstream and pulmonary HAI

病原菌	血流感染 (n = 16)	肺部感染 (n = 17)
肺炎克雷伯菌	4	2
鲍曼不动杆菌	4	2
铜绿假单胞菌	0	5
嗜麦芽窄食单胞菌	1	2
黏质沙雷菌	0	2
洋葱伯克霍尔德菌	1	1
多食伯克霍尔德菌	1	0
大肠埃希菌	0	1
粪肠球菌	1	0
屎肠球菌	1	0
近平滑念珠菌	2	0
热带念珠菌	1	0
木糖葡萄球菌	0	1
霍乱沙门氏菌	0	1

### 3 讨论

ECMO 作为危重患者的重要生命支持手段,越来越多应用于临床。研究<sup>[10-15]</sup>报道,ECMO 相关医院感染发病率达 50.0%,住院时间和总费用增加

9.7%~64.0%。ECMO 相关医院感染可加重患者病情,延长住院时间,增加社会经济负担<sup>[16-17]</sup>。因此,评估 ECMO 患者相关医院感染的发病率及危险因素对 ECMO 相关医院感染的防控具有重要意义。

本研究发现,接受 ECMO 治疗的患者病情更严重,APACHE II 评分更高,临床预后较差,住院时间长,医疗费用高。ECMO 治疗期间发生相关医院感染的患者 ICU 入住时间更长,医疗费用更高。本研究显示,ECMO 感染组的抗菌药物费用约是 ECMO 对照组的 3 倍。有研究<sup>[13, 18]</sup>显示,ECMO 相关医院感染的患者病死率升高,年龄较大(>50 岁)、急性呼吸窘迫综合征、APACHE II 评分较高、呼吸机相关肺炎及多重耐药菌感染等均与病死率增加相关。然而,本研究中 ECMO 感染组患者和 ECMO 对照组患者的病死率比较,差异无统计学意义,也未发现引起感染患者死亡的阳性结果。原因之一可能是对照组患者病情同样危重,反映在两组 APACHE II 评分相似,且大多数患者在入院前或行 ECMO 前就有感染病史。另外,本研究病例数可能不足,仍需对更多样本进行研究。

ECMO 支持时间与医院感染具有相关性<sup>[12, 14]</sup>,本研究得到了相似结论,ECMO 持续时间超过 10 d,医院感染的发病率显著增加。然而,感染的存在可能导致 ECMO 支持时间增加,因此,感染和 ECMO 支持时间的相互影响仍尚不明确。接受 ECMO 的患者可能从中心静脉导管、多种留置导管、有创呼吸机和手术部位等获得医源性感染。ECMO 感染组血红蛋白水平较对照组低,文献<sup>[19]</sup>报道,老年贫血患者更容易发生尿路感染,ICU 的贫血患者更容易发生各种感染<sup>[20-22]</sup>,然而,贫血是否真的会导致医院感染增加,或者只是炎症和营养不良的反应,仍需进一步的研究。ECMO 感染组气管切开患者较多,气管切开可方便脱离机械通气,但也存在并发症的风险。切口感染是气管切开最常见的早期并发症<sup>[23-24]</sup>,该院护理要求每日检查气管切开部位是否有炎症和感染的迹象。本研究表明 ECMO 患者血流感染发病率较高,是 ECMO 相关医院感染中最常见的类型,约 40.0%(12/30)的 ECMO 患者发生血流感染,与其他文献<sup>[12-15]</sup>结果基本相符合。ECMO 患者血流感染发病率高可能与下列因素有关:侵入性置入多种管道并进行体外循环,侵袭性操作导致物理屏障破坏,同时操作过程中无菌操作不严格存在管道的污染。本研究显示 ECMO 支持时间是血流感染的独立危险因素。已有文献表明 EC-

MO 相关血流感染的危险因素包括年龄、血清总胆红素水平、输血及胸腔积液等<sup>[14, 25]</sup>,对于可控的因素,临床医务人员应尽快采取有效的防控措施,减少导管相关感染的发生,以避免增加患者的医疗成本及造成不良预后。

15 例医院感染患者共检出 35 株病原菌,以革兰阴性菌为主,主要为肺炎克雷伯菌、鲍曼不动杆菌和铜绿假单胞菌。血流感染的常见致病菌为革兰阳性菌,本研究中 ECMO 相关血流感染以革兰阴性菌为主,这种革兰阳性菌向革兰阴性菌迁移可能是由于住院期间抗菌药物暴露增多和肠黏膜屏障受损所致<sup>[26-29]</sup>。此外,ECMO 相关血流感染中分离出念珠菌,研究<sup>[30-31]</sup>表明感染念珠菌会显著增加 ECMO 患者的死亡风险。然而,抗真菌治疗的有效性尚未得到充分证实,故不推荐预防性使用抗真菌药物。革兰阴性菌是 ECMO 患者呼吸道感染和血流感染的主要致病菌,预防医院内医源性感染尤为重要。因此,在进行 ECMO 操作时需做好导管护理、严格无菌操作,特别是清洁、维护气道及中心静脉通路,条件允许时尽早拔管。一方面明确 ECMO 辅助气管插管的适应证,尽快停止呼吸和循环辅助;另一方面防止环境污染,包括清洁环境、使用无菌置管程序,保持管道、皮肤和头发清洁,每日使用含氯消毒剂擦拭。

综上所述,在接受 ECMO 治疗的患者中,相关医院感染的发病率高达 50.0%,血流感染是最常见的感染部位,医疗费用和住院时间显著增加,ECMO 持续时间长是接受 ECMO 患者发生相关医院感染的独立危险因素。

#### [参 考 文 献]

- [1] Raman L, Dalton HJ. Year in review 2015: extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Respir Care*, 2016, 61(7): 986-991.
- [2] Conrad SA, Broman LM, Taccone FS, et al. The extracorporeal life support organization maastricht treaty for nomenclature in extracorporeal life support. A position paper of the extracorporeal life support organization[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2018, 198(4): 447-451.
- [3] Keebler ME, Haddad EV, Choi CW, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in cardiogenic shock[J]. *JACC Heart Fail*, 2018, 6(6): 503-516.
- [4] Munshi L, Walkey A, Goligher E, et al. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Lancet Respir Med*, 2019, 7(2): 163-172.
- [5] Huang LN, Zhang W, Yang Y, et al. Application of extracor-

- poreal membrane oxygenation in patients with severe acute respiratory distress syndrome induced by avian influenza A (H7N9) viral pneumonia: national data from the Chinese multicentre collaboration[J]. BMC Infect Dis, 2018, 18(1): 23.
- [6] Murphy DA, Hockings LE, Andrews RK, et al. Extracorporeal membrane oxygenation-hemostatic complications [J]. Transfus Med Rev, 2015, 29(2): 90-101.
- [7] Thomas J, Kostousov V, Teruya J. Bleeding and thrombotic complications in the use of extracorporeal membrane oxygenation[J]. Semin Thromb Hemost, 2018, 44(1): 20-29.
- [8] Le Guennec L, Cholet C, Huang F, et al. Ischemic and hemorrhagic brain injury during venoarterial-extracorporeal membrane oxygenation[J]. Ann Intensive Care, 2018, 8(1): 129.
- [9] Biffi S, Di Bella S, Scaravilli V, et al. Infections during extracorporeal membrane oxygenation: epidemiology, risk factors, pathogenesis and prevention [J]. Int J Antimicrob Agents, 2017, 50(1): 9-16.
- [10] Schmidt M, Bréchet N, Hariri S, et al. Nosocomial infections in adult cardiogenic shock patients supported by venoarterial extracorporeal membrane oxygenation [J]. Clin Infect Dis, 2012, 55(12): 1633-1641.
- [11] Sun HY, Ko WJ, Tsai PR, et al. Infections occurring during extracorporeal membrane oxygenation use in adult patients [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2010, 140(5): 1125-1132.
- [12] Aubron C, Cheng AC, Pilcher D, et al. Infections acquired by adults who receive extracorporeal membrane oxygenation: risk factors and outcome [J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2013, 34(1): 24-30.
- [13] Grasselli G, Scaravilli V, Di Bella S, et al. Nosocomial infections during extracorporeal membrane oxygenation: incidence, etiology, and impact on patients' outcome[J]. Crit Care Med, 2017, 45(10): 1726-1733.
- [14] Aubron C, Cheng AC, Pilcher D, et al. Factors associated with outcomes of patients on extracorporeal membrane oxygenation support: a 5-year cohort study[J]. Crit Care, 2013, 17(2): R73.
- [15] 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.
- [16] Chung M, Zhao YS, Strom JB, et al. Extracorporeal membrane oxygenation use in cardiogenic shock: impact of age on in-hospital mortality, length of stay, and costs[J]. Crit Care Med, 2019, 47(3): e214-e221.
- [17] Chiu R, Pillado E, Sareh S, et al. Financial and clinical outcomes of extracorporeal mechanical support[J]. J Card Surg, 2017, 32(3): 215-221.
- [18] Cheng A, Sun HY, Tsai MS, et al. Predictors of survival in adults undergoing extracorporeal membrane oxygenation with severe infections[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2016, 152(6): 1526-1536.
- [19] Shih WY, Chang CC, Tsou MT, et al. Incidence and risk factors for urinary tract infection in an elder home care population in Taiwan: a retrospective cohort study[J]. Int J Environ Res Public Health, 2019, 16(4): 566.
- [20] Harris AD, Jackson SS, Robinson G, et al. *Pseudomonas aeruginosa* colonization in the intensive care unit: prevalence, risk factors, and clinical outcomes[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2016, 37(5): 544-548.
- [21] Reade MC, Weissfeld L, Angus DC, et al. The prevalence of anemia and its association with 90-day mortality in hospitalized community-acquired pneumonia [J]. BMC Pulm Med, 2010, 10: 15.
- [22] Fraenkel PG. Anemia of inflammation; a review[J]. Med Clin North Am, 2017, 101(2): 285-296.
- [23] Fernandez-Bussy S, Mahajan B, Folch E, et al. Tracheostomy tube placement: early and late complications[J]. J Bronchology Interv Pulmonol, 2015, 22(4): 357-364.
- [24] Yan Q, Zhou M, Zou M, et al. Hypervirulent *Klebsiella pneumoniae* induced ventilator-associated pneumonia in mechanically ventilated patients in China[J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2016, 35(3): 387-396.
- [25] Na SJ, Chung CR, Choi HJ, et al. Blood stream infection in patients on venovenous extracorporeal membrane oxygenation for respiratory failure [J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2018, 39(7): 871-874.
- [26] Liu HZ, Liu ZL, Zhao SP, et al. Effect of BML-111 on the intestinal mucosal barrier in sepsis and its mechanism of action [J]. Mol Med Rep, 2015, 12(2): 3101-3106.
- [27] Zhou JF, Qian CY, Zhao MY, et al. Epidemiology and outcome of severe sepsis and septic shock in intensive care units in mainland China[J]. PLoS One, 2014, 9(9): e107181.
- [28] Li CH, Ren N, Wen XM, et al. Changes in antimicrobial use prevalence in China: results from five point prevalence studies [J]. PLoS One, 2013, 8(12): e82785.
- [29] Ye QF, Ma Y, Wan QQ, et al. The distribution and resistance of pathogens causing blood stream infections following liver transplantation: a clinical analysis of 69 patients [J]. Hepatogastroenterology, 2014, 61(136): 2311-2314.
- [30] Plum T, Halasa N, Phillips SE, et al. The morbidity and mortality of patients with fungal infections before and during extracorporeal membrane oxygenation support[J]. Pediatr Crit Care Med, 2012, 13(5): e288-e293.
- [31] Cavayas YA, Yusuff H, Porter R. Fungal infections in adult patients on extracorporeal life support[J]. Crit Care, 2018, 22(1): 98.

(本文编辑:陈玉华)

**本文引用格式:**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. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20216190.

**Cite this article as:** YE Qian-qian, SHI Lei, HUANG Xun, et al. Risk factors for healthcare-associated infection in patients with extracorporeal membrane oxygenation in a tertiary hospital in China [J]. Chin J Infect Control, 2021, 20(5): 415-421. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20216190.