

DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20256918

· 论著 ·

肺移植术后多学科协作管理模式对耐碳青霉烯类肠杆菌感染控制的效果分析

龚裕卿,仇桑桑,黄琴红,陈梦菁,许琴芬

(南京医科大学附属无锡人民医院感染管理处,江苏 无锡 214023)

[摘要] 目的 评估多学科协作(MDT)管理模式对肺移植术后耐碳青霉烯类肠杆菌(CRE)感染的防控效果,并探讨肺移植术后 CRE 感染的影响因素。**方法** 选择无锡市人民医院肺移植中心 2014 年 1 月—2023 年 7 月的 654 例肺移植手术受者作为研究对象,按照实施 MDT 管理模式的时间节点,将 2014 年 1 月—2019 年 12 月的肺移植受者归为对照组,未实施 MDT 管理模式;2020 年 1 月—2023 年 7 月的肺移植受者归为干预组,实施 MDT 管理模式。采用 Kaplan-Meier 法计算肺移植受者术后 90 d 的 CRE 感染风险。采用 Cox 回归模型对住院日数、手术时长、三管日数等变量进行调整,分析实施 MDT 管理模式对于 CRE 感染风险的影响。**结果** 654 例肺移植受者共发生医院感染 215 例,其中对照组 158 例,医院感染发病率为 38.54%;干预组 57 例,医院感染发病率为 23.36%,干预组肺移植受者医院感染发病率低于对照组($\chi^2 = 15.965, P < 0.001$);CRE 感染共 74 例,干预组 CRE 感染发病率低于对照组[7.79%(19/244) VS 13.41%(55/410); $\chi^2 = 4.828, P = 0.028$]。至 90 d 随访期结束,对照组与干预组肺移植受者累计感染风险分别为 14.67%、8.26%,两组差异具有统计学意义($P < 0.05$)。实施 MDT 管理模式是肺移植受者术后 CRE 感染的保护因素,而手术时长、呼吸机使用日数、导尿管插管日数则是 CRE 感染的危险因素(均 $P < 0.05$)。**结论** 在肺移植受者中实施 MDT 管理模式可有效降低术后 CRE 感染风险,不断规范与落实医院多重耐药菌 MDT 管理是预防 CRE 感染与控制传播的重要手段。

[关键词] 肺移植;耐碳青霉烯类肠杆菌;医院感染;多学科协作

[中图分类号] R181.3+2 R378.2

Effect of multi-disciplinary team management mode on the control of carbapenem-resistant *Enterobacteriales* infection after lung transplant surgery

GONG Yuqing, QIU Sangsang, HUANG Qinrong, CHEN Mengjing, XU Qinwen (Department of Healthcare-associated Infection Management, The Affiliated Wuxi People's Hospital of Nanjing Medical University, Wuxi 214023, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the effect of multi-disciplinary team (MDT) management mode on the prevention and control of carbapenem-resistant *Enterobacteriales* (CRE) infection after lung transplant surgery, and explore the influencing factors for CRE infection after lung transplant. **Methods** A total of 654 lung transplant recipients from Lung Transplant Center of Wuxi People's Hospital from January 2014 to July 2023 were selected as the research subjects. According to the time nodes of the implementation of MDT management mode, lung transplant recipients from January 2014 to December 2019 were assigned to the control group without implementation of MDT management mode. Lung transplant recipients from January 2020 to July 2023 were in the intervention group with MDT management mode implementation. Kaplan-Meier method was used to calculate the risk of CRE infection in lung transplant recipients 90 days after surgery. Cox regression model was used to adjust variables such as length of

[收稿日期] 2024-08-27

[基金项目] 江苏省医院协会医院管理创新研究课题(JSYGY3-2023-326)

[作者简介] 龚裕卿(1995-),男(汉族),江苏省无锡市人,公卫医师,主要从事医院感染管理相关研究。

[通信作者] 仇桑桑 E-mail: qssyky@126.com

hospital stay, surgical duration, and catheterization days of three catheters, and the effect of implementing MDT management mode on the risk of CRE infection was analyzed. **Results** Among 654 lung transplant recipients, 215 had healthcare-associated infection(HAI), including 158 cases from the control group and 57 from the intervention group, with HAI rates of 38.54% and 23.36%, respectively. The incidence of HAI in lung transplant recipients in the intervention group was lower than that in the control group ($\chi^2 = 15.965, P < 0.001$). A total of 74 cases of CRE infection were confirmed, and CRE infection rate in the intervention group was lower than that in the control group (7.79% [19/244] vs 13.41% [55/410]; $\chi^2 = 4.828, P = 0.028$). By the end of the 90-day follow-up period, the cumulative infection risks of the control group and intervention group were 14.67% and 8.26%, respectively, with a statistically significant difference between the two groups ($P < 0.05$). The implementation of MDT management mode was a protective factor for post-operative CRE infection in lung transplant recipients, while duration of surgery, duration of ventilator use, and duration of urinary catheterization were risk factors for CRE infection (all $P < 0.05$). **Conclusion** Implementing MDT management mode in lung transplant recipients can effectively reduce the risk of post-operative CRE infection. Continuously standardizing and implementing MDT management of multidrug-resistant organisms in hospitals is an important mean of preventing CRE infection and controlling transmission.

[Key words] lung transplant; carbapenem-resistant *Enterobacteriales*; healthcare-associated infection; multi-disciplinary team

肺移植是治疗终末期肺部疾病的最有效治疗方式,尤其对特定患者群体[如特发性肺纤维化、慢性阻塞性肺疾病(COPD)和肺动脉高压等]具有不可替代的临床价值^[1]。然而,尽管术后患者的长期生存率和生活质量显著提高,感染依然是肺移植受者的主要并发症和死亡原因之一。据统计,感染是器官移植术后受者第三大死亡原因^[2],占术后死亡总数的20%~30%。特别是在多重耐药菌(multi-drug-resistant organisms, MDROs)广泛流行的背景下,肺移植术后感染的管理难度显著增加。耐碳青霉烯类肠杆菌(carbapenem-resistant *Enterobacteriales*, CRE)作为一种代表性病原体,因其耐药性强、传播迅速、治疗手段有限^[3]等特点,已成为全球医疗机构内感染防控的重点和难点。研究^[4]显示,CRE感染可导致高达50%的病死率,尤其在免疫功能受损的器官移植受者中威胁严重。肺移植术受者由于长期使用免疫抑制剂、接受广谱抗菌药物治疗,以及高频率的侵入性操作,成为CRE感染的高危人群^[5],急需对其防控进行深入研究。目前,关于肺移植术后MDROs感染的研究已取得一定进展,但仍存在局限。既往研究多关注CRE在普通患者中的流行病学特点^[6~7],而针对肺移植受者的感染特征研究较少。肺移植受者因其特殊的免疫状态,可能面临更复杂的感染谱系和不同于普通患者的风险因素。尽管已有研究报道多种风险因素(如免疫抑制剂使用剂量、术前感染状态等)与CRE感染相关^[8~10],但大多为单中心或样本量较小的研究,结论的普适性和可靠性仍待验证。另一方面,临床

上虽尝试通过主动筛查、个性化用药以及多学科协作(multi-disciplinary team, MDT)等方式降低CRE感染风险^[11~12],但这些措施的效果尚缺乏高质量的研究数据支持。本研究旨在以某肺移植中心的病例数据为基础,采用Kaplan-Meier生存分析法和Cox回归模型,评估临床肺移植术后实施MDT管理模式对于CRE感染防控的有效性,探讨肺移植术后CRE感染发生的特点及其相关影响因素,以期为肺移植术后感染的早期预警、精准干预和综合管理提供数据支持和实践参考,为未来制定肺移植受者特定群体的个性化防控方案提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象及随访 选择2014年1月—2023年7月无锡市人民医院肺移植中心住院患者为研究对象。纳入标准:(1)经中心肺移植术前评估具备移植条件,行肺移植术;(2)年龄≥16周岁。排除标准:(1)行肺移植术前30 d内已存在感染;(2)术中或术后48 h内死亡;(3)临床病例资料不完整。2014年1月—2023年7月肺移植中心共行1 254例肺移植术,根据纳入与排除标准严格筛选后剔除600例(年龄<16周岁18例,术前已存在感染544例,术中或术后48 h内死亡25例,资料不完整13例),最终共纳入654例肺移植受者,按照实施MDT管理模式的时间节点,将2014年1月—2019年12月的肺移植受者归为对照组($n=410$),未实施MDT管理模式;2020年1月—2023年7月的肺移植受者归为干

预组($n=244$)，实施 MDT 管理模式。本研究以肺移植受者术后第 1 天作为随访起始点，术后第 90 天作为随访截止点。随访期间内通过每日查阅在院肺移植受者的病例资料，判定术后是否新发 CRE 感染事件，若发生则感染时间为随访终点。肺移植受者需经肺移植医生充分评估达到出院标准后方可出院，且出院后每周通过电话对其进行随访(期间因肺移植受者死亡或失访而退出随访 23 例)。本研究通过该院医学伦理委员会审查并获得许可。

1.2 研究方法

1.2.1 MDT 管理模式下 MDROs 强化防控策略

肺移植中心于 2020 年起联合院感处、护理部、检验科、药学部、信息处等部门建立 MDT 团队，针对肺移植围手术期引入了一系列 MDROs 感染防控策略^[13]，包括：(1)强化院内 MDROs 感染监测及主动筛查，常规医院感染监测由院感处负责，通过医院感染监测系统对肺移植受者术后临床信息进行实时监控，周期性分析医院感染，报告并督查肺移植中心医院感染防控措施的落实情况。(2)在上述基础上，2020 年肺移植中心 MDT 团队在成立后引入主动筛查机制，每周对肺移植受者术前和术后的相关标本(如血、痰、尿)进行病原学送检筛查，由检验科负责对标本进行快速培养与鉴定，及时预警 CRE 感染风险，并反馈院感处指导干预策略。(3)集束化干预措施，加强肺移植中心 MDROs 防控措施培训，每天检查医护人员诊疗操作、隔离措施、手卫生依从性和正确性；设立专人负责移植病房的环境清洁与高频次消毒(≥ 2 次/d)，重点区域如移植手术室和重症监护病房(ICU)严格监控清洁效果；术后对中心静脉置管、导尿管及呼吸机管路进行严密维护，每天评估置管必要性，尽早移除非必要管路；院感处增加对肺移植病房的督查频率，记录防控措施落实程度并给予详细的反馈指导；检验科将培养鉴定结果及时反馈至药学部及临床医生，及时调整抗菌药物使用策略，针对 MDROs 感染疑难病例开展医护讨论、药事查房及专家会诊。

1.2.2 肺移植受者临床资料收集 为保证 MDT 管理模式实施前后医院感染监测方法的一致性，两组肺移植受者的临床资料均从电子病历系统查阅获得，通过杏林医院感染监测系统进行监测。肺移植受者的一般情况包括年龄、性别、身体质量指数

(BMI)、基础疾病(COPD、肺纤维化、肺动脉高压)、合并症(糖尿病、高血压、冠心病)；手术情况包括术前住院日数、手术方式(单双肺)、手术时长、体外膜肺氧合(ECMO)使用；术后治疗情况包括术后是否使用免疫抑制剂、术后应用 ECMO 日数、术后抗菌药物使用日数、中心静脉置管日数、呼吸机使用日数、导尿管插管日数。肺移植受者诊断为新发 CRE 感染应符合以下条件：(1)由临床肺移植医生与感染管理专职人员依据《医院感染诊断标准(试行)》^[14]，双重评估确认后判定为医院感染；(2)送检的医院感染部位病原菌标本经分离、培养后采用 VITEK-32 全自动分析鉴定仪(法国生物梅里埃公司产品)进行鉴定，且通过 Kirby-Bauer 法检测耐药性，结果为对亚胺培南等任一碳青霉烯类抗生素耐药的肠杆菌，或是产生耐碳青霉烯酶的肠杆菌^[15]。

1.2.3 统计方法 应用 Excel 2021 进行数据的预处理，应用 SPSS 25.0 进行统计学分析，符合正态分布或近似正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较采用 t 检验；不符合正态分布的计量资料采用中位数(P_{25}, P_{75})表示，组间比较采用 Mann Whitney U 检验；计数资料以率表示，组间比较采用 χ^2 检验。应用 SPSS 25.0 进行 Cochran-Armitage 趋势检验 2020—2023 年干预组接受 MDT 管理模式下 MDROs 强化防控措施的落实情况；通过 Kaplan-Meier 法估计肺移植受者 CRE 感染发病率和绘制累计感染风险曲线；通过 Log-Rank 检验比较干预组与对照组术后 90 天内的 CRE 感染风险差异；通过多因素 Cox 回归模型进一步分析 CRE 感染控制的影响因素， $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MDT 管理模式下 MDROs 强化防控措施落实情况 经院感处 2020—2023 年对肺移植中心病房 MDROs 防控措施的督查记录可见(表 1)，肺移植中心在成立 MDT 团队后各项 MDROs 防控措施的落实率逐年增长，正确手卫生、诊疗操作防护、三管正确维护、病原学送检、抗菌药物合理使用的执行率上升趋势显著($P < 0.05$)，2023 年各项防控措施执行率均 $> 80\%$ ，提示在 MDT 管理模式下干预组 MDROs 强化防控策略实施良好。

表 1 2020—2023 年 MDROs 强化防控措施落实情况[%(执行数/应执行数)]

Table 1 Implementation status of intensified prevention and control measures for MDROs from 2020 to 2023 (% [No. of implemented measures/No. of should be implemented measures])

防控措施	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	趋势检验	
					Z	P
手卫生正确率	72.56(386/532)	74.54(363/487)	79.61(371/466)	80.72(201/249)	2.816	0.005
诊疗操作防护执行率	80.25(195/243)	85.54(207/242)	89.39(177/198)	91.84(90/98)	3.330	<0.001
环境清洁消毒合格率	75.25(76/101)	75.23(82/109)	77.17(71/92)	81.82(45/55)	1.034	0.301
三管正确维护率	73.43(105/143)	80.77(126/156)	85.52(124/145)	87.50(77/88)	3.121	0.002
病原学送检率	69.46(489/704)	71.61(507/708)	73.72(474/643)	80.47(305/379)	4.006	<0.001
抗菌药物合理使用率	69.42(84/121)	73.08(95/130)	77.21(105/136)	81.58(62/76)	2.269	0.023

2.2 肺移植受者临床资料 比较两组肺移植受者一般情况[包括年龄、性别、BMI、基础疾病(COPD、肺纤维化、肺动脉高压)、合并症(糖尿病、高血压、冠心病)],差异均无统计学意义,干预前后两组受者基本情况具有可比性。手术情况:对照组术前住院日数、手术时长长于干预组(均 $P < 0.05$);手术方式、术中 ECMO 使用情况比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。术后治疗:两组受者免疫抑制剂使用情况、抗菌药物使用日数、中心静脉置管日数比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$);干预组术后 ECMO 使用日数、呼吸机使用日数以及导尿管插管日数均短于对照组,差异均具有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 2。

2.3 肺移植受者医院感染情况 654 例肺移植受者共发生医院感染 215 例,其中对照组 158 例,医院感染发病率为 38.54%;干预组 57 例,医院感染发病率为 23.36%,干预组医院感染发病率低于对

照组($\chi^2 = 15.965, P < 0.001$);CRE 感染共 74 例,干预组 CRE 感染发病率低于对照组[7.79% (19/244) VS 13.41% (55/410); $\chi^2 = 4.828, P = 0.028$]。见表 3。

2.4 MDT 管理模式对 CRE 感染发病风险的影响

截至术后 90 d 随访期限,654 例肺移植受者中共有 74 例发生 CRE 感染。通过 Kaplan-Meier 法绘制 CRE 感染风险随术后随访时间变化图(见图 1):术后早期对照组 CRE 感染风险高于干预组;随访 30 d 时对照组的累计感染风险 10.11%,干预组仅 5.13%;之后至术后第 60 d 左右干预组与对照组的感染风险同步上升:随访 70 d 后肺移植受者 CRE 感染逐渐处于零散发生状态,感染风险趋于稳定;至 90 d 随访期结束,对照组与干预组的累计感染风险分别为 14.67%、8.26%,经 Log-Rank 检验,两组差异具有统计学意义($\chi^2 = 5.087, P = 0.024$)。

表 2 两组肺移植受者临床资料比较

Table 2 Comparison of clinical data between two groups of lung transplant recipients

临床资料	干预组(n=244)	对照组(n=410)	t/ χ^2/U	P
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	54 ± 12	53 ± 13	1.238	0.216
性别(例(%))			0.437	0.508
男	193(79.10)	333(81.22)		
女	51(20.90)	77(18.78)		
BMI($\bar{x} \pm s$,kg/m ²)	23.5 ± 4.1	22.7 ± 4.3	0.031	0.976
基础疾病[例(%)]				
COPD	51(20.90)	83(20.24)	0.041	0.840
肺纤维化	137(56.15)	205(50.00)	2.317	0.128
肺动脉高压	64(26.23)	119(29.02)	0.593	0.441
合并症[例(%)]				
糖尿病	39(15.98)	78(19.02)	0.963	0.327
高血压	70(28.69)	97(23.66)	2.035	0.158
冠心病	32(13.11)	41(10.00)	0.150	0.221

续表 2 (Table 2, Continued)

临床资料	干预组(n=244)	对照组(n=410)	t/χ ² /U	P
手术情况				
术前住院日数[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	2(1,16)	8(2,17)	3.968	<0.001
手术方式[例(%)]			0.468	0.494
单肺移植	26(10.66)	51(12.44)		
双肺移植	218(89.34)	359(87.56)		
手术时长(±s, h)	6.0 ± 1.7	6.6 ± 2.2	2.344	0.019
术中使用 ECMO[例(%)]			0.135	0.713
是	187(76.64)	309(75.37)		
否	57(23.36)	101(24.63)		
术后治疗情况				
术后使用免疫抑制剂[例(%)]			1.146	0.285
是	219(89.75)	378(92.20)		
否	25(10.25)	32(7.80)		
术后应用 ECMO 日数[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	19(8,25)	23(13,35)	3.396	<0.001
术后抗菌药物使用日数[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	38(22,50)	40(25,52)	0.355	0.723
中心静脉置管日数[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	18(8,37)	19(12,30)	0.400	0.689
呼吸机使用日数[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	3(2,10)	5(3,18)	8.301	<0.001
导尿管插管日数[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	5(3,7)	7(4,13)	6.402	<0.001

表 3 两组肺移植受者术后医院感染情况(例)

Table 3 Post-operative healthcare-associated infection in two groups of lung transplant recipients (No. of cases)

感染类型	医院感染		CRE 感染		感染类型	医院感染		CRE 感染	
	干预组	对照组	干预组	对照组		干预组	对照组	干预组	对照组
上呼吸道感染	2	6	0	1	导管相关血流感染	3	7	1	2
下呼吸道感染	37	98	12	35	胃肠道感染	0	3	0	0
呼吸机相关肺炎	4	12	2	4	导尿管相关尿路感染	6	16	2	7
败血症	4	10	1	4	手术部位感染	1	6	1	2
					合计	57	158	19	55

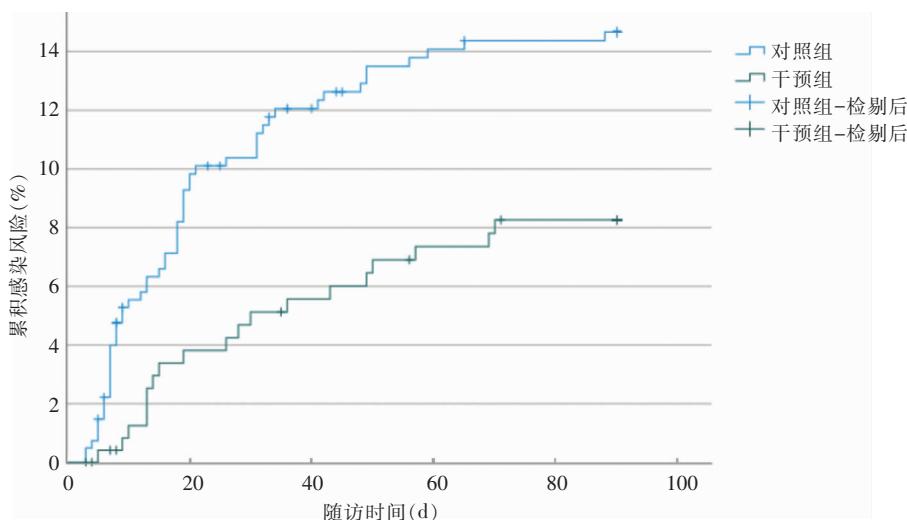


图 1 两组肺移植受者术后 CRE 感染累积风险

Figure 1 Accumulated risk of post-operative CRE infection in two groups of lung transplant recipients

2.5 CRE 感染风险影响因素的 Cox 回归模型分析
将是否实施 MDT 管理模式作为研究变量, 将术前住院日数、手术时长、术后应用 ECMO 日数、呼吸机使用日数、导尿管插管日数 5 个组间具有统计学差异的变量作为调整变量纳入多因素 Cox 回归模型, 分析肺移植受者术后 CRE 感染的影响因素。结果显示, 实施 MDT 管理模式是肺移植受者术后 CRE 感染的保护因素, 手术时长、呼吸机使用日数、导尿管插管日数则是 CRE 感染的危险因素。见表 4。

表 4 肺移植受者术后 CRE 感染影响因素的 Cox 回归分析

Table 4 Cox regression analysis of influencing factors for post-operative CRE infection in lung transplant recipients

变量	β	S _b	HR	95%CI	P
实施 MDT 管理模式	-0.750	0.280	0.472	0.273~0.818	0.007
术前住院日数	0.007	0.007	1.007	0.994~1.020	0.281
手术时长	0.147	0.086	1.149	1.078~1.225	0.033
术后应用 ECMO 日数	0.011	0.020	1.011	0.972~1.052	0.577
呼吸机使用日数	0.204	0.098	1.251	1.106~1.503	0.011
导尿管插管日数	0.025	0.012	1.025	1.000~1.050	0.046

3 讨论

近年来, CRE 已成为全球范围内影响医疗安全的严重威胁^[16-17]。研究^[18-19]表明, 器官移植状态会显著增加 CRE 感染风险。本研究中, 654 例肺移植受者在术后 90 d 内共发生 215 例医院感染, 其中 74 例为 CRE 感染, 感染发病率(11.32%)远高于其他普通住院患者, 与既往研究^[20]结论一致。相比于其他器官, 肺与外界环境相通, 因此肺移植更易发生感染^[21]。同时, 移植受者发生 CRE 感染预后不佳, 移植失败和病死率在 12%~66%^[22-23]。如何有效防治肺移植受者术后 CRE 感染已成为研究热点。

本研究结果显示, 实施主动筛查等强化防控措施的 MDT 管理模式, 能够显著降低肺移植受者术后 90 d 的 CRE 感染风险。世界各地指南均建议^[8,24-25]将器官移植受者纳入 CRE 感染风险的高危人群, 应进行针对性地主动筛查, 但各指南对筛查的频率尚未达成一致。本研究对肺移植受者 CRE 筛查的时机主要安排在入院后、术前 1 周和术后每周 1 次, 并根据每例受者的具体风险决定是否增加筛查次数。过度频繁的筛查会增加医院与患者

的经济负担^[26], 目前关于移植人群进行 CRE 主动筛查的成本效益分析较少, 需进一步研究。此外, 本研究针对包括 CRE 在内的 MDROs 感染, 通过建立 MDT 协作共管的集束化管理模式^[27], 将肺移植受者术后 90 d 内的 CRE 感染风险从 14.67% 降低至 8.26%, 是防控 MDROs 感染传播的重要实践探索, 为构建科学完善的 CRE 感染防控管理模式提供了经验依据。

本研究采用 Cox 回归分析, 探讨了肺移植术后 CRE 感染风险的影响因素, 结果显示, 手术时长、呼吸机使用日数、导尿管插管日数是肺移植术后 CRE 感染的危险因素, 与研究^[28]结果一致。手术会破坏人体免疫屏障^[29], 移植手术时间的长短和术后感染风险相关。研究^[30-31]显示, 肺移植受者术后机械通气是感染独立的危险因素, 移植术后早期使用呼吸机超过 3 d 将显著增加细菌性肺炎的风险, 本研究中呼吸机使用日数更长的对照组在肺移植术后早期 CRE 感染风险更高。然而, 关于导尿管留置时间与肺移植术后 CRE 感染风险的关系, 目前尚无研究提供证据支持, 可能是因为长时间的使用和维护导尿管, 医护人员频繁接触受者, 使其易受到 CRE 的定植或感染^[32]。

本研究基于单中心回顾性数据, 未考虑供体肺的筛查和其对于移植后感染的影响, 具有一定局限性, 若条件允许, 未来应开展多中心联合性研究进一步深入探讨。

综上所述, 通过 Kaplan-Meier 法和 Cox 模型, 本研究发现对肺移植受者实施 MDT 管理模式可以有效降低术后 CRE 感染风险, 此外, 缩短手术时长、减少呼吸机使用日数及尽早拔除导尿管插管也有助于预防 CRE 感染。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

- [1] 王大鹏, 李小杉, 轩晨昊, 等. 肺移植术后机械通气延长的危险因素分析[J]. 器官移植, 2022, 13(6): 797~802.
Wang DP, Li XS, Xuan CH, et al. Analysis of risk factors of prolonged mechanical ventilation after lung transplantation[J]. Organ Transplantation, 2022, 13(6): 797~802.
- [2] D'Souza A, Fretham C, Lee SJ, et al. Current use of and trends in hematopoietic cell transplantation in the United States[J]. Biol Blood Marrow Transplant, 2020, 26(8): e177~e182.

- [3] 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.
- [4] Smibert O, Satlin MJ, Nellore A, et al. Carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* in solid organ transplantation: management principles[J]. Curr Infect Dis Rep, 2019, 21(7): 26.
- [5] Aguado JM, Silva JT, Fernández-Ruiz M, et al. Management of multidrug resistant Gram-negative bacilli infections in solid organ transplant recipients: SET/GESITRA-SEIMC/REIPI recommendations[J]. Transplant Rev (Orlando), 2018, 32(1): 36–57.
- [6] Wang X, Liu J, Li A. Incidence and risk factors for subsequent infections among rectal carriers with carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae*: a systematic review and Meta-analysis[J]. J Hosp Infect, 2024, 145: 11–21.
- [7] Taimur S, Pouch SM, Zubizarreta N, et al. Impact of pre-transplant carbapenem-resistant *Enterobacteriales* colonization and/or infection on solid organ transplant outcomes[J]. Clin Transplant, 2021, 35(4): e14239.
- [8] Jin M, Zeng LJ, Zhang WY, et al. Clinical features of multidrug-resistant organism infections in early postoperative solid organ transplantation in a single center[J]. Ann Palliat Med, 2021, 10(4): 4555–4562.
- [9] Chen X, Liu QN, Liu WE, et al. Risk factors for subsequent carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* clinical infection among rectal carriers with carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae*[J]. Infect Drug Resist, 2020, 13: 1299–1305.
- [10] 仇桑桑, 许琴芬, 陈静瑜, 等. 基于限制性立方样条模型分析肺移植受者多重耐药菌感染的危险因素[J]. 器官移植, 2023, 14(4): 578–584.
- Qiu SS, Xu QF, Chen JY, et al. Analysis of risk factors of multidrug-resistant organism infection in lung transplant recipients based on restricted cubic spline model[J]. Organ Transplantation, 2023, 14(4): 578–584.
- [11] 白镓玮, 马承泰, 吴森, 等. 肺移植术后多重耐药菌感染的防治研究进展[J]. 武汉大学学报(医学版), 2021, 42(4): 551–557.
- Bai JW, Ma CT, Wu M, et al. Research progress in the prevention and treatment of multidrug-resistant organisms infection after lung transplantation[J]. Medical Journal of Wuhan University, 2021, 42(4): 551–557.
- [12] 方溯天, 吴若林, 黄帆, 等. 肝移植术后多重耐药菌感染危险因素的单中心临床研究[J]. 器官移植, 2021, 12(2): 197–202.
- Fang YT, Wu RL, Huang F, et al. Risk factors of multi-drug resistant organism infection after liver transplantation: a single-center clinical trial[J]. Organ Transplantation, 2021, 12(2): 197–202.
- [13] 中华预防医学会医院感染控制分会, 中华医学会感染病学分会, 中国医院协会医院感染管理专业委员会, 等. 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[J]. 中华医院感染学杂志, 2019, 29(13): 2075–2080.
- Hospital Infection Control Branch of Chinese Preventive Medicine Association, Infectious Diseases Branch of Chinese Medical Association, Hospital Infection Management Committee of China Hospital Association, et al. Technical guidelines for prevention and control of carbapenem-resistant Gram-negative bacilli infection in China[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2019, 29(13): 2075–2080.
- [14] 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.
- [15] 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 *Enterobacteriales* WS/T 826–2023[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2023, 22(10): 1274–1278.
- [16] Zhang YW, Wang Q, Yin YY, et al. Epidemiology of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* infections: report from the China CRE network [J]. Antimicrob Agents Chemother, 2018, 62(2): e01882–17.
- [17] Ferreira JA, Couto B, Starling C. Secular trends in nosocomial carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* (CRE): twenty-five years of surveillance in Brazilian hospitals[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2020, 41(Suppl 1): S383–S384.
- [18] Satlin MJ, Jenkins SG, Walsh TJ. The global challenge of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* in transplant recipients and patients with hematologic malignancies[J]. Clin Infect Dis, 2014, 58(9): 1274–1283.
- [19] Brink AJ. Epidemiology of carbapenem-resistant Gram-negative infections globally[J]. Curr Opin Infect Dis, 2019, 32(6): 609–616.
- [20] Munoz-Price LS, Poirel L, Bonomo RA, et al. Clinical epidemiology of the global expansion of *Klebsiella pneumoniae* carbapenemases[J]. Lancet Infect Dis, 2013, 13(9): 785–796.
- [21] Gagliotti C, Morsillo F, Moro ML, et al. Infections in liver and lung transplant recipients: a national prospective cohort [J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2018, 37(3): 399–407.
- [22] Pouch SM, Satlin MJ. Carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* in special populations: solid organ transplant recipients, stem cell transplant recipients, and patients with hematologic malignancies[J]. Virulence, 2017, 8(4): 391–402.
- [23] Oh DH, Kim YC, Kim EJ, et al. Multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* infection in lung transplant recipients: risk factors and prognosis[J]. Infect Dis (Lond), 2019, 51(7): 493–501.

- [24] Tomczyk S, Zanichelli V, Grayson ML, et al. Control of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae*, *Acinetobacter baumannii*, and *Pseudomonas aeruginosa* in healthcare facilities: a systematic review and reanalysis of quasi-experimental studies [J]. Clin Infect Dis, 2019, 68(5): 873–884.
- [25] 黄细莲, 吴盛海, 施鹏飞, 等. 血液科患者肠道碳青霉烯类耐药的肠杆菌科细菌主动筛查及其效果评价[J]. 中华血液学杂志, 2020, 41(11): 932–936.
- Huang XL, Wu SH, Shi PF, et al. Active screening of intestinal carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* in high-risk patients admitted to the hematology wards and its effect evaluation[J]. Chinese Journal of Hematology, 2020, 41(11): 932–936.
- [26] 李卓献. 基于多状态模型的医院视角下细菌耐药健康及经济负担测量研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2022.
- Li ZX. Health and economic burden of antimicrobial resistance from the perspective of hospital: a multi-state model study [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2022.
- [27] 万滢, 吴德芳, 徐丽, 等. 多学科协作联合集束化管理在血液内科耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌感染防控中的应用研究[J]. 全科护理, 2021, 19(25): 3532–3535.
- Wan Y, Wu DF, Xu L, et al. Application of multidisciplinary collaboration and bundled management in the prevention and control of carbapenem resistant *Enterobacteriaceae* bacterial infections in hematology[J]. Chinese General Practice Nursing, 2021, 19(25): 3532–3535.
- [28] Cinar G, Kalkan İ A, Azap A, et al. Carbapenemase-producing bacterial infections in patients with liver transplant[J]. Transplant Proc, 2019, 51(7): 2461–2465.
- [29] 陈德钦, 庄璇. 某院 2017—2021 年耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌感染分布特征及其危险因素[J]. 海峡预防医学杂志, 2022, 28(6): 24–27.
- Chen DQ, Zhuang X. Distribution characteristics and risk factors of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* bacterial infections in a certain hospital from 2017 to 2021[J]. Strait Journal of Preventive Medicine, 2022, 28(6): 24–27.
- [30] Barnes L, Reed RM, Parekh KR, et al. Mechanical ventilation for the lung transplant recipient[J]. Curr Pulmonol Rep, 2015, 4(2): 88–96.
- [31] Meng D, Chang R, Zhu R. Analysis of nosocomial infection and risk factors in lung transplant patients: a case-control study[J]. Ann Transl Med, 2022, 10(14): 804.
- [32] 吴义娟, 李庆淑, 秦贤, 等. 耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌主动筛查的研究进展[J]. 青岛大学学报(医学版), 2021, 57(5): 787–790.
- Wu YJ, Li QS, Qin X, et al. Advances in active screening of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* bacteria[J]. Journal of Qingdao University (Medical Sciences), 2021, 57(5): 787–790.

(本文编辑:左双燕)

本文引用格式:龚裕卿,仇桑桑,黄琴红,等.肺移植术后多学科协作管理模式对耐碳青霉烯类肠杆菌感染控制的效果分析[J].中国感染控制杂志,2025,24(8):1089–1096. DOI:10.12138/j.issn.1671–9638.20256918.

Cite this article as: GONG Yuqing, QIU Sangsang, HUANG Qinrong, et al. Effect of multi-disciplinary team management mode on the control of carbapenem-resistant *Enterobacteriales* infection after lung transplant surgery[J]. Chin J Infect Control, 2025, 24(8): 1089–1096. DOI: 10.12138/j.issn.1671–9638.20256918.