DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20264543

·论著·

阶梯式强化管理对肺移植术后患者多重耐药菌感染的防控效果

章　琦[1],王泓懿[2],申存毅[3],李　倩[1],曾晓艳[4],张　迪[5],张　曦[6],张广健[2],叶　峰[1,6]
(西安交通大学第一附属医院 1.医院感染控制办公室;2.胸外科;3.外科重症监护病房;4.检验科;5.药学部;6.感染性疾病科,陕西 西安　710061)

[摘　要] **目的**　探讨阶梯式强化管理模式对肺移植术后多重耐药菌(MDRO)感染的防控效果,并分析医院感染的独立危险因素。**方法**　回顾性分析 2022 年 1 月—2026 年 6 月于某院接受肺移植并转入外科重症监护病房(ICU)的 92 例患者临床资料。按管理举措逐年推进划分为 5 个阶段:常规管理(2022 年)、制度修订与培训推广(2023 年)、督导强化(2024 年)、精细化管控(2025 年)、精细化管控联合多学科协作(MDT)协同(2026 年 1—6 月)。观察各年度 MDRO 感染发病率变化趋势,采用 *Spearman* 秩相关分析年份与感染发病率的相关性,并采用单因素及多因素 Logistic 回归分析感染的危险因素。**结果**　92 例患者中 51 例发生 MDRO 感染,MDRO 感染发病率为 55.43%。各年度感染发病率分别为 75.00%、60.00%、59.38%、53.33%、27.27%,呈持续下降趋势。*Spearman* 秩相关分析显示年份与感染发病率呈负相关($r_s=-1.000$,$P<0.001$)。多因素 Logistic 回归分析显示,双肺移植($OR=5.765$,95%CI:1.704～19.506,$P=0.005$)、术后抗菌药物使用日数($OR=1.040$,95%CI:1.001～1.079,$P=0.042$)和术后中心静脉置管日数($OR=1.046$,95%CI:1.003～1.090,$P=0.035$)是肺移植术后 MDRO 感染的独立危险因素。**结论**　阶梯式强化管理模式可持续降低肺移植术后 MDRO 感染发病率。双肺移植、术后抗菌药物使用日数延长及术后中心静脉置管时间延长是主要危险因素。该模式为肺移植围术期 MDRO 医院感染防控提供了可推广的实践经验。

[关　键　词] 肺移植;多重耐药菌;阶梯式强化管理;医院感染;预防与控制
[中图分类号] R181.3+2

Effectiveness of stepwise intensified management in preventing and controlling multidrug-resistant organism infections after lung transplantation

Zhang Qi[1], *Wang Hongyi*[2], *Shen Cunyi*[3], *Li Qian*[1], *Zeng Xiaoyan*[4], *Zhang Di*[5], *Zhang Xi*[6], *Zhang Guangjian*[2], *Ye Feng*[1,6] (1. *Department of Infection Control*; 2. *Department of Thoracic Surgery*; 3. *Department of Surgical Intensive Care Unit*; 4. *Department of Laboratory Medicine*; 5. *Department of Pharmacy*; 6. *Department of Infectious Diseases*, *the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University*, *Xi'an* 710061, *China*)

[**Abstract**] **Objective**　To evaluate the effectiveness of a stepwise intensified management model in preventing and controlling multidrug-resistant organism (MDRO) infections after lung transplantation and to analyze the independent risk factors for MDRO infection. **Methods**　Clinical data of 92 patients who underwent lung transplantation at a hospital from January 2022 to June 2026 and were subsequently transferred to the surgical intensive care unit (ICU) were retrospectively analyzed. According to the annual implementation of management measures, the study period was divided into 5 stages: routine management (2022), policy revision and training promotion (2023), intensified supervision (2024), refined management (2025), and refined management combined with multidisciplinary team (MDT) collaboration (January-June 2026). The trend in the annual incidence of MDRO infection was observed.

[收稿日期]　2026－05－08
[基金项目]　陕西省自然科学基金(2026JC-YBQN-1082)
[作者简介]　章琦(1994－),女(汉族),陕西省西安市人,主管技师,主要从事医院感染管理相关研究。
[通信作者]　叶峰　　E-mail: yefeng.jiaotong@163.com

Spearman rank correlation analysis was used to assess the correlation between year and infection incidence, and univariate and multivariate logistic regression analyses were used to analyze risk factors for MDRO infection. **Results** Among the 92 patients, 51 developed MDRO infection, with the MDRO infection incidence of 55.43%. The annual infection rates were 75.00%, 60.00%, 59.38%, 53.33%, and 27.27%, respectively, showing a continuous downward trend. Spearman rank correlation analysis revealed a negative correlation between year and infection incidence ($r_s = -1.000$, $P<0.001$). Multivariate logistic regression analysis showed that bilateral lung transplantation ($OR = 5.765$, 95%CI: 1.704 - 19.506, $P = 0.005$), duration of postoperative antimicrobial use ($OR = 1.040$, 95%CI: 1.001 - 1.079, $P = 0.042$), and duration of postoperative central venous catheterization ($OR = 1.046$, 95%CI: 1.003 - 1.090, $P = 0.035$) were independent risk factors for MDRO infection after lung transplantation. **Conclusion** The stepwise intensified management model can sustainably reduce the incidence of MDRO infection after lung transplantation. Bilateral lung transplantation, prolonged postoperative antimicrobial use and prolonged postoperative central venous catheterization are major risk factors. This model provides practical experience that may be generalized to the prevention and control of healthcare-associated infections with MDRO during the perioperative period of lung transplantation.

[**Key words**] lung transplantation; multidrug-resistant organism; stepwise intensified management; healthcare-associated infection; prevention and control

肺移植是目前治疗终末期肺部疾病最有效的方法[1-2]，但术后感染问题已严重威胁移植受者的生存预后与生活质量[3-4]。移植术后患者需长期接受免疫抑制治疗，加之围术期侵入性操作繁多、抗菌药物使用周期长，多重耐药菌（MDRO）感染风险显著升高，已成为器官移植受者术后医院感染的重要危险因素[5-6]。

当前 MDRO 医院感染防控工作仍存在诸多薄弱环节，主要表现为制度执行落实不到位、培训体系不系统、督导管理缺乏闭环机制、多学科协作效能不足等问题[7]。针对上述短板，本研究采用阶梯式强化管理模式，通过“制度完善 - 分层培训 - 闭环督导 - 精细化管控 - 多学科协作（MDT）”的逐级递进路径实施干预。其中，MDT 模式可有效整合医院感染管理、移植、重症医学、检验、药学等多专业资源，助力实现围手术期个体化、精准化的 MDRO 防控，从而进一步降低移植术后感染发病率[8]。

本研究回顾性分析 2022 年 1 月—2026 年 6 月某院接受肺移植患者的临床资料，旨在探讨阶梯式强化管理对肺移植术后 MDRO 感染的防控效果，同时分析肺移植术后 MDRO 感染的独立危险因素，为临床优化肺移植围术期感染防控策略提供循证医学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 回顾性选取该院 2022 年 1 月—2026 年 6 月接受肺移植手术并转入外科重症监护病房（ICU）治疗的患者作为研究对象。纳入标准：①行肺移植手术（单肺/双肺移植），术后转入外科 ICU 监护治疗≥72 h；②临床资料完整，包括术前基础疾病、手术相关信息、外科 ICU 监护记录、病原学检测结果、MDRO 管理相关记录等。排除标准：①术前已明确存在 MDRO 感染者（判定标准：术前病原学培养检出 MDRO 且伴有相应临床表现；仅培养阳性而无临床表现者视为定植，不予排除）；②合并严重免疫缺陷疾病（肺移植术后常规免疫抑制治疗除外）；③术后 72 h 内死亡或自动出院的患者。

1.2 管理措施

1.2.1 常规管理阶段 常规 MDRO 管理（2022 年），由外科 ICU 按照医院感染管理部门（以下简称“院感科”）2021 年修订的《多重耐药菌医院感染预防与控制制度》《多重耐药菌医院感染监测与管理规范》开展常规 MDRO 医院感染管理工作。

1.2.2 制度修订与培训推广阶段 阶梯式管理第一阶段（2023 年），院感科针对 2022 年 MDRO 管理短板及全院 MDRO 感染数量上升趋势，启动阶梯式强化管理第一阶段工作，重点为“制度完善 + 培训落地”。（1）制度修订。梳理修订 6 项制度，包括《多重耐药菌医院感染预防与控制制度》《多重耐药菌感染监测及管理制度》《多重耐药菌管理联席会议制度》《多重耐药菌医院感染监测标准操作规程》《细菌耐药监测标准操作规程》《ICU 环境清洁消毒标准操作规程》。（2）分层分类培训。系统性培训覆盖所有医务人员，包括医护人员、保洁人员及护工。培训采用线上 + 线下相结合的方式并考核。

1.2.3 督导强化阶段 阶梯式管理第二阶段(2024 年),在 2023 年制度修订与培训推广的基础上,院感科启动阶梯式强化管理第二阶段工作,重点聚焦“督导落实”,进一步强化重点科室 MDRO 防控管理,同步辐射至入住外科 ICU 的所有肺移植患者。(1)优化督导内容。制定自查表,以病例为单位逐项核查,明确检查项目与判定标准,覆盖 9 大核心防控环节,包括接触隔离医嘱开具、标本送检与药敏试验指导用药、隔离标识与床旁防控物资配备、诊疗物品专用与消毒处置、手卫生全流程执行、高频接触物体表面清洁消毒、患者及家属宣教、外出或手术科室告知、出院终末消毒。(2)强化闭环管理。采用督导→反馈→整改→复查全流程。(3)强化培训巩固。针对共性问题开展补充培训。

1.2.4 精细化管控阶段 阶梯式管理第三阶段(2025 年),在 2024 年强化督导的基础上,进一步进入第三阶段的精细化管控,重点聚焦“常态化通报+实时督查”,持续强化 MDRO 防控效果。(1)提升督导频次。由每两周 1 次改为每周 1 次。(2)建立常态化通报机制。每日晨交班会通报 MDRO 感染病例数及菌株分布。(3)强化实时督导。采用通报→督查→整改→反馈(当日闭环)全流程。(4)持续优化培训。针对侵入性操作等关键环节开展个性化培训。

1.2.5 精细化管控联合 MDT 协同阶段 阶梯式管理第四阶段(2026 年 1—6 月),在 2025 年精细化管控措施基础上,2026 年 1 月成立肺移植术后感染防控专项 MDT 组,实施多学科协同防控,在沿用精细化管控措施的同时新增 MDT 协同机制。(1)沿用精细化管控措施,即每周督导、晨交班通报等。(2)MDT 组的组建与运行。联合院感科、胸外科、外科 ICU、检验科、药学部、感染科等学科,针对肺移植术后 MDRO 感染高危患者联合评估。(3)每季度召开 MDT 专题会议,回顾阶段防控成效,分析存在问题,调整优化防控策略。(4)MDT 组反馈优化。即 MDT 会议→意见反馈→措施优化→落地督导全流程。整体实现 MDRO 多学科协同精准防控。

1.3 观察指标 入住外科 ICU 的肺移植术后患者 MDRO 感染发病率,计算公式为:MDRO 感染发病率=(同期 MDRO 感染患者例数/同期纳入研究患者总例数)×100%。本研究监测的 MDRO 类别与国家医疗质量管理与控制信息网(NCIS)要求填报的类别一致,包含五类七种,分别为:(1)耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA);(2)耐万古霉素肠球菌(VRE),包括粪肠球菌和屎肠球菌两种;(3)耐碳青霉烯类肠杆菌目细菌(CRE),包括肺炎克雷伯菌和大肠埃希菌两种;(4)耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌(CRAB);(5)耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌(CRPA)。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。计数资料以频数(构成比/率)表示,2×2 四格表资料组间率或构成比的比较采用 *Pearson* χ^2 检验;若期望频数 $1 \leqslant E < 5$,则采用连续性校正 χ^2 检验,若期望频数 $E < 1$ 或总例数 $n < 40$ 则采用 *Fisher* 确切概率法。R×C 列联表组间构成比比较采用 *Pearson* χ^2 检验,若期望频数<5 的单元格比率超过 20%,则采用 *Fisher* 确切概率法(双侧)。计量资料因呈偏态分布,以中位数(四分位数)[$M(P_{25},P_{75})$]表示,组间比较采用 *Mann-Whitney U* 非参数检验。采用 *Spearman* 秩相关分析评价 MDRO 感染发病率随年度变化的时间趋势;以肺移植术后是否发生 MDRO 感染为二分类因变量,将单因素分析中有统计学意义的变量及基于临床专业知识判断有重要影响的变量纳入二元 Logistic 回归模型,采用进入法(Enter)进行多因素分析。所有检验均为双侧检验,检验水准 $\alpha = 0.05$。

2 结果

2.1 肺移植受者 MDRO 感染时间分布特征 2022 年 1 月—2026 年 6 月,共纳入肺移植受者 92 例,其中发生 MDRO 感染 51 例,感染发病率为 55.43%。感染部位以下呼吸道为主,占 92.16%(47 例),血流和手术部位分别占 5.88%(3 例)、1.96%(1 例)。2022—2026 年各年度 MDRO 感染发病率分别为 75.00%(3/4)、60.00%(18/30)、59.38%(19/32)、53.33%(8/15)、27.27%(3/11),各年度感染发病率比较差异无统计学意义($P = 0.345$)。*Spearman* 秩相关分析结果显示,年份与 MDRO 感染发病率呈负相关($r_s = -1.000$,$P < 0.001$),提示 MDRO 感染发病率随时间推移呈逐年下降趋势。

各菌株分层分析显示,感染病原菌包括 CRAB、CRE、CRPA 和 MRSA。其中 CRAB 为主要流行菌型,感染发病率先上升后下降,CRE、CRPA 感染发病率维持低水平,MRSA 为零星散发。各 MDRO 菌株各年度感染发病率比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 1。

表 1 2022—2026 年各年度肺移植受者 MDRO 感染发病率比较

Table 1 Comparison of annual incidence rates of MDRO infection among lung transplant recipients from 2022 to 2026

年份	肺移植患者(例)	CRAB[%(例)]	CRE[%(例)]	CRPA[%(例)]	MRSA[%(例)]	合计[%(例)]
2022 年	4	25.00(1)	25.00(1)	25.00(1)	0(0)	75.00(3)
2023 年	30	40.00(12)	10.00(3)	10.00(3)	0(0)	60.00(18)
2024 年	32	34.38(11)	6.25(2)	15.63(5)	3.13(1)	59.38(19)
2025 年	15	33.33(5)	0(0)	13.33(2)	6.67(1)	53.33(8)
2026 年 1—6 月	11	18.18(2)	9.09(1)	0(0)	0(0)	27.27(3)
P	/	0.805	0.396	0.559	0.652	0.345

注:检出的 CRE 病原菌均为肺炎克雷伯菌;各 MDRO 菌株各年度发病率比较采用 *Fisher* 确切检验;/表示无相应数值。

2.2 MDRO 感染组与未感染组临床资料比较 共纳入 92 例肺移植患者,其中 51 例术后发生 MDRO 感染,41 例未发生感染。两组患者的年龄、性别构成、术前诊断及术前住院日数比较,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。手术方式分布两组比较,差异有统计学意义($P=0.003$),MDRO 感染组中双肺移植患者占比(60.78%)高于未感染组(29.27%)。MDRO 感染组患者术后抗菌药物使用日数、中心静脉置管日数均较未感染组长(均 $P<0.05$)。疾病转归方面,MDRO 感染组病死率为 9.80%,未感染组为 7.32%,两组比较差异无统计学意义($P=0.961$)。见表 2。

表 2 MDRO 感染组与未感染组肺移植患者临床资料比较

Table 2 Comparison of clinical characteristics between lung transplant patients with and without MDRO infection

临床资料	MDRO 感染组($n=51$)	未感染组($n=41$)	Z/χ^2	*P*
年龄[$M(P_{25},P_{75})$,岁]	57.00(52.00,67.00)	59.00(52.50,64.50)	−0.138	0.891
性别[例(%)]			0.001	0.977
女	5(9.80)	5(12.20)		
男	46(90.20)	36(87.80)		
手术方式[例(%)]			9.069	0.003
单肺移植	20(39.22)	29(70.73)		
双肺移植	31(60.78)	12(29.27)		
术前诊断[例(%)]			/	0.258*
特发性肺间质纤维化/间质性肺病(IPF/ILD)	33(64.71)	18(43.90)		
慢性阻塞性肺疾病(COPD)	12(23.53)	18(43.90)		
支气管扩张/结构性肺病	3(5.88)	2(4.88)		
尘肺/职业性肺病	2(3.92)	2(4.88)		
其他疾病合并重症肺炎	1(1.96)	1(2.44)		
术前住院日数[$M(P_{25},P_{75})$,d]	1.00(0,1.00)	0(0,1.00)	−0.192	0.848
术后抗菌药物使用日数[$M(P_{25},P_{75})$,d]	25.00(15.00,45.00)	12.50(2.00,23.25)	−3.532	<0.001
术后呼吸机使用日数[$M(P_{25},P_{75})$,d]	8.00(4.00,26.00)	5.00(3.00,14.00)	−1.794	0.073
术后泌尿道置管日数[$M(P_{25},P_{75})$,d]	13.00(8.00,25.00)	10.00(5.50,18.50)	−1.812	0.070
术后中心静脉置管日数[$M(P_{25},P_{75})$,d]	35.00(24.00,60.00)	25.00(15.00,32.50)	−3.143	0.002
疾病转归[例(%)]			0.002	0.961
好转	46(90.20)	38(92.68)		
死亡	5(9.80)	3(7.32)		

注:/表示无数值;* 表示采用 *Fisher* 确切概率法。

2.3　肺移植术后 MDRO 感染危险因素的多因素 Logistic 回归分析　以肺移植患者是否发生 MDRO 感染为因变量(未感染 = 0,感染 = 1),将单因素分析中 $P<0.10$ 的变量(手术方式、术后抗菌药物使用日数、术后呼吸机使用日数、术后泌尿道置管日数、术后中心静脉置管日数)及具有临床意义的变量(术前诊断)纳入二元多因素 Logistic 回归分析。

多因素校正混杂因素后结果显示,双肺移植、术后抗菌药物使用日数及术后中心静脉置管日数是肺移植患者术后发生 MDRO 感染的独立危险因素,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。双肺移植患者术后 MDRO 感染风险约为单肺移植患者的 5.765 倍(OR = 5.765,95%CI:1.704～19.506,P = 0.005);术后抗菌药物使用日数每增加 1 d,感染风险升高约 4.0%(OR = 1.040,95%CI:1.001～1.079,P = 0.042);术后中心静脉置管日数每增加 1 d,感染风险升高约 4.6%(OR = 1.046,95%CI:1.003～1.090,P = 0.035)。术前诊断、术后呼吸机使用日数及术后泌尿道置管日数对 MDRO 感染发生的影响均无统计学意义(均 $P>0.05$)。见表 3。

表 3　肺移植患者 MDRO 感染的多因素 Logistic 回归分析

Table 3　Multivariate logistic regression analysis of MDRO infection in lung transplant patients

自变量	β	S_b	Wald χ^2	P	OR(95%CI)
手术方式(参照组:单肺移植)	/	/	/	/	/
双肺移植	1.752	0.622	7.936	0.005	5.765(1.704～19.506)
术前诊断(参照组:IPF/ILD)	/	/	3.777	0.437	/
COPD	−1.101	0.598	3.389	0.066	0.333(0.103～1.074)
支气管扩张/结构性肺病	−0.868	1.219	0.507	0.477	0.420(0.039～4.579)
尘肺/职业性肺病	0.203	1.138	0.032	0.859	1.225(0.132～11.394)
其他疾病合并重症肺炎	−0.498	1.608	0.096	0.757	0.608(0.026～14.203)
术后抗菌药物使用日数	0.039	0.019	4.136	0.042	1.040(1.001～1.079)
术后呼吸机使用日数	0.035	0.043	0.656	0.418	1.035(0.952～1.127)
术后泌尿道置管日数	−0.075	0.056	1.805	0.179	0.928(0.832～1.035)
术后中心静脉置管日数	0.045	0.021	4.433	0.035	1.046(1.003～1.090)
常量	−1.614	0.644	6.274	0.012	/

注:/表示无相应统计量。

3　讨论

全球范围内,实体器官移植受者中细菌感染发病率居高不下,MDRO 感染更是威胁移植成功率的独立危险因素。由于肺与外界环境直接相通,肺移植受者较其他实体器官移植受者更易发生感染[9-11]。本研究纳入的 92 例肺移植患者中,MDRO 感染发病率为 55.43%,与国内外报道的 31%～57%区间一致[9,12],进一步印证了肺移植受者 MDRO 感染的高危态势。

本研究结果显示,实施阶梯式强化管理模式后,肺移植患者 MDRO 感染发病率由 2022 年的 75.00%持续下降至 2026 年 1—6 月的 27.27%,*Spearman* 秩相关分析提示年份与感染发病率呈负相关(r_s = −1.000,$P<0.001$),表明阶梯式管理可显著、持续降低肺移植术后 MDRO 感染风险。值得强调的是,本研究的创新性不在于单一干预措施,而在于将制度完善、分层培训、闭环督导、精细化监测及 MDT 协同等多种策略,按照“阶梯式”路径进行时序性、累加性整合,从而系统性地弥补了传统防控措施中执行不力、反馈滞后、协作割裂等短板。

MDT 是实现精准防控的关键环节。研究证实,MDT 模式可提升防控措施执行率与环境清洁合格率,降低 MDRO 检出率及感染发病率[13],同时在提升手卫生依从性、消毒隔离执行率及抗菌药物合理使用等方面具有显著优势[14]。针对肺移植术后患者,MDT 管理模式同样被证实可有效降低 MDRO 感染风险[15]。为此,本研究在精细化管控基础上成立肺移植 MDT 专项组,构建“MDT 会议－意见反馈－措施优化－落地督导”的协同闭环,其结果与上述研究结论一致。

闭环督导与信息化管控是提升执行力的重要支撑。覃莉媛等[16]实施 MDRO 信息化闭环管理后，干预组 MDRO 检出率（10.83%）低于对照组（16.49%），感染发病率（0.09%）亦低于对照组（0.19%），差异均有统计学意义（均 $P<0.001$）。该研究为本研究的闭环管理路径提供了实证依据。

在综合干预策略方面，Albahrani 等[17]的综述系统总结了 ICU 中 MDRO 防控的干预策略，指出尽管尚无单一有效的通用策略，但包含加强屏障防护、氯己定洗浴、微生物监测和全员参与的综合干预措施可显著降低 MDRO 感染风险。本研究将多学科协作、分层培训、信息化闭环督导、精细化管控等综合干预策略按阶梯式路径组合实施，体现了综合干预的核心理念，与上述国际综述的推荐策略方向一致。

本研究通过多因素 Logistic 回归分析发现，双肺移植、术后抗菌药物使用日数及术后中心静脉置管日数是肺移植患者术后发生 MDRO 感染的独立危险因素。这些发现为阶梯式管理的精准施策（如针对双肺移植患者强化围术期防控、促进抗菌药物合理使用、缩短中心静脉置管时间等）提供了循证依据。

双肺移植作为独立危险因素的发现与既往研究结论一致。Paglicci 等[18]对 94 例肺移植受者的回顾性分析显示，双肺移植、慢性心脏病均与总体细菌定植风险增加独立相关（$P<0.05$）。其机制可能在于：双肺移植手术创伤更大、供受体吻合面更多、术后机械通气和 ICU 停留时间普遍延长，这些因素共同放大了 MDRO 定植和感染的易感性。

本研究发现术后抗菌药物使用日数每增加 1 d，MDRO 感染风险升高约 4.0%。这一发现与多项研究[19-20]结论相符。其机制在于：广谱抗菌药物破坏正常菌群生态，产生选择性压力，促进耐药菌株定植并最终导致感染[21]；肺移植受者因术后免疫抑制，机体对定植菌的清除能力下降，二者叠加进一步推高感染风险。上述发现提示，围术期应严格把握抗菌药物使用指征，依据病原学结果及时降阶梯治疗，避免不必要的延长使用。

本研究发现术后中心静脉置管日数延长是肺移植患者 MDRO 感染的独立危险因素。2 项研究[22-23]进一步证实了中心静脉导管留置时间与 MDRO 感染的剂量－反应关系：2024 年研究[22]显示中心静脉导管（CVC）组 MDRO 定植率显著高于经外周静脉置入中心静脉导管（PICC）组，且定植率随留置时间延长呈先升后趋稳态势；2025 年研究[23]将留置时间分层分析后发现，留置超过 21 d 者 MDRO 感染风险最高。上述证据提示，无论选择 PICC 还是 CVC，控制导管留置时间均是降低感染风险的关键。因此，对于肺移植术后早期需多通道输液或血液净化者，仍应使用 CVC，但应严格把控拔管指征、每日评估必要性，尽早拔除非必需导管；而对于预计需长期使用中心静脉通路且无需中心静脉压（CVP）监测或大流量输液的肺移植患者，可优先考虑 PICC。未来需更多针对肺移植受者的大样本研究，以明确 PICC 在这一特殊人群中的安全性与有效性。

本研究中，COPD 患者的 MDRO 感染发病率数值上呈降低趋势，但差异无统计学意义。Paglicci 等[18]以 IPF 为参照，发现 COPD 与较高的身体质量指数（BMI）相关，且其细菌感染风险较低，本研究中 COPD 的保护效应趋势与此一致。这可能源于两组患者术前基础状态的差异：IPF 患者术前病程更长、肺部纤维化更重、长期使用糖皮质激素和抗感染药物的比例更高，导致移植后 MDRO 易感性显著增加；而 COPD 患者虽存在气道慢性炎症，但其术前免疫微环境和菌群生态与 IPF 不同，因而感染风险相对较低。虽然本研究中该差异无统计学意义，但这一趋势值得在更大样本的研究中进一步验证。

本研究存在一定局限性。首先，本研究为单中心回顾性设计，样本量有限，2026 年仅纳入 1—6 月数据，可能影响趋势检验效能。其次，管理举措逐年累加，各阶段独立效应难以分离，需多中心前瞻性研究进一步验证。再次，未能全面纳入免疫抑制方案、抗菌药物使用详情及送检率等混杂变量。但整体而言，本研究证实了“制度完善－分层培训－闭环督导－精细化管控-MDT 协同”的阶梯式管理路径在外科 ICU 肺移植患者 MDRO 防控中的应用价值，为肺移植围术期感染防控提供了可推广的实践经验。

作者贡献声明：章琦负责研究设计、实施及论文撰写；王泓懿负责肺移植病例信息核对；申存毅负责医院感染防控方案的具体落实；李倩负责 MDRO 感染患者防控指导；曾晓艳负责微生物学检测及实验室数据质控与解读；张迪负责合理用药评估；张曦负责感染患者的临床诊疗支持；张广健负责肺移植手术围术期临床管理指导；叶峰负责总体研究指导及论文审阅、修订。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] Chang S H, Chan J, Patterson G A. History of lung transplantation[J]. Clin Chest Med, 2023, 44(1): 1-13.

[2] 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 Dapeng, Li Xiaoshan, Xuan Chenhao, et al. Analysis of risk factors of prolonged mechanical ventilation after lung transplantation[J]. Organ Transplantation, 2022, 13(6): 797-802.

[3] Joean O, Welte T, Gottlieb J. Chest infections after lung transplantation[J]. Chest, 2022, 161(4): 937-948.

[4] 钱婷，李小杉，王文静，等. 肺移植术后肺部细菌感染的危险因素及其对死亡风险的影响分析[J]. 东南大学学报(医学版)，2023，42(3)：348-356.
Qian Ting, Li Xiaoshan, Wang Wenjing, et al. Risk factors of pulmonary bacterial infection after lung transplantation and its effect on the risk of death[J]. Journal of Southeast University (Medical Science Edition), 2023, 42(3): 348-356.

[5] Hong Nguyen M, Shields R K, Chen Liang, et al. Molecular epidemiology, natural history, and long-term outcomes of multidrug-resistant enterobacterales colonization and infections among solid organ transplant recipients[J]. Clin Infect Dis, 2022, 74(3): 395-406.

[6] Bezinover D, Biancofiore G, Falcone M, et al. Multidrug-resistant infections in solid organ transplant recipients: a focus on risk factors, prevention, and treatment strategies[J]. Minerva Anestesiol, 2022, 88(9): 735-747.

[7] 魏诗晴，赖晓全，谭莉，等. “信息化+多学科协作”管理模式在多药耐药菌防控中的应用[J]. 中华医院感染学杂志，2022，32(5)：789-794.
Wei Shiqing, Lai Xiaoquan, Tan Li, et al. Application of 'informatization plus multidisciplinary cooperation' management mode in prevention and control of multidrug-resistant organisms[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2022, 32(5): 789-794.

[8] 仇桑桑，许琴芬，黄琴红，等. 多学科综合诊疗模式在肺移植受者多重耐药菌感染防控的应用[J]. 器官移植，2024，15(3)：443-448.
Qiu Sangsang, Xu Qinfen, Huang Qinhong, et al. Application of multi-disciplinary team mode in prevention and control of multidrug resistant organism infection in lung transplant recipients[J]. Organ Transplantation, 2024, 15(3): 443-448.

[9] Sambo M, Giuliano G, Bennett D, et al. Multidrug-resistant gram-negative bacteria in lung transplantation: a narrative review of infectious complications and current management [J]. Front Microbiol, 2025, 16: 1674976.

[10] Huang J, Friedman-Moraco R, Pouch S. Infections and lung transplantation: key considerations for eligibility, management, and posttransplant care[J]. Curr Opin Pulm Med, 2025, 31(4): 374-380.

[11] Gagliotti C, Morsillo F, Moro M L, 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.

[12] 仇桑桑，许琴芬，吴波，等. 肺移植受者术后医院感染病原学特点及药敏分析：一项单中心5年回顾性调查研究[J]. 器官移植，2025，16(1)：114-121.
Qiu Sangsang, Xu Qinfen, Wu Bo, et al. Pathogenic characteristics and drug sensitivity analysis of hospital-acquired infections in lung transplant recipients: a single-center 5-year retrospective study[J]. Organ Transplantation, 2025, 16(1): 114-121.

[13] Ding Lan, Gao Fubo. Effectiveness of a multidisciplinary collaborative management model in the control of hospital-acquired infections caused by multidrug-resistant organisms [J]. Medicine (Baltimore), 2025, 104(46): e45345.

[14] Chen Huihao, Mo Qijun, Li Min, et al. Quality of multidisciplinary team management in healthcare-associated infection prevention and control and its impact on multidrug-resistant organism infections[J]. FASEB J, 2025, 39(18): e70965.

[15] 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.
Gong Yuqing, Qiu Sangsang, Huang Qinhong, et al. Effect of multi-disciplinary team management mode on the control of carbapenem-resistant Enterobacterales infection after lung transplant surgery[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2025, 24(8): 1089-1096.

[16] 覃莉媛，周盛斌，劳秋凤，等. 信息提醒系统联合多部门协同模式下多重耐药菌管理实践[J]. 中国感染控制杂志，2025，24(11)：1641-1646.
Qin Liyuan, Zhou Shengbin, Lao Qiufeng, et al. Practice of multidrug-resistant organism management under the mode of information reminder system combined with multidisciplinary collaboration[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2025, 24(11): 1641-1646.

[17] Albahrani S, Saad M, Alqahtani J S, et al. Multicomponent approaches to reduce multidrug-resistant organisms in critical care: determining the ideal strategy[J]. J Epidemiol Glob Health, 2024, 14(4): 1371-1380.

[18] Paglicci L, Borgo V, Lanzarone N, et al. Incidence and risk factors for respiratory tract bacterial colonization and infection in lung transplant recipients[J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2021, 40(6): 1271-1282.

[19] 仇桑桑，许琴芬，邵君飞，等. 肺移植受者术后医院感染Nomogram预测模型的构建与验证[J]. 中国感染控制杂志，2025，24(5)：674-681.
Qiu Sangsang, Xu Qinfen, Shao Junfei, et al. Construction and validation of Nomogram predictive model for postoperative healthcare-associated infection in lung transplant recipients [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2025, 24(5): 674

－681.

[20] 吴宇晗，黄琳娜，李敏，等. 肺移植术后早期合并下呼吸道感染的危险因素及病原体分布[J]. 中华老年多器官疾病杂志，2023，22(11)：836－841.
Wu Yuhan，Huang Linna，Li Min，et al. Risk factors and pathogen distribution of early lower respiratory tract infection after lung transplantation[J]. Chinese Journal of Multiple Organ Diseases in the Elderly，2023，22(11)：836－841.

[21] Sulis G，Sayood S，Katukoori S，et al. Exposure to World Health Organization's AWaRe antibiotics and isolation of multidrug resistant bacteria：a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Microbiol Infect，2022，28(9)：1193－1202.

[22] Pitiriga V C，Bakalis J，Campos E，et al. Central venous catheters versus peripherally inserted central catheters：a comparison of indwelling time resulting in colonization by multidrug-resistant pathogens[J]. Antibiotics (Basel)，2024，13(1)：89.

[23] Pitiriga V，Campos E，Bakalis J，et al. Effect of catheter dwell time on the risk of central line-associated bloodstream infections in central venous catheters and peripherally inserted central catheters[J]. Antimicrob Resist Infect Control，2025，14(1)：70.

（本文编辑：陈玉华）

本文引用格式：章琦，王泓懿，申存毅，等. 阶梯式强化管理对肺移植术后患者多重耐药菌感染的防控效果[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(10)：1533－1540. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20264543.

Cite this article as：Zhang Qi，Wang Hongyi，Shen Cunyi，et al. Effectiveness of stepwise intensified management in preventing and controlling multidrug-resistant organism infections after lung transplantation[J]. Chin J Infect Control，2026，25(10)：1533－1540. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20264543.