

间质性肺病行二次肺移植的临床特点分析

刘梦杨 周延然 彭桂林 杨超 杨汉宇 刘辉 徐鑫

【摘要】 目的 分析因间质性肺病（ILD）行肺移植后二次肺移植受者的临床特点并总结诊疗经验。方法 回顾性分析2015年1月至2024年12月在广州医科大学附属第一医院因ILD行首次肺移植和二次肺移植的14例患者的临床资料，比较首次肺移植及二次肺移植的术前情况、术中事件、术后治疗及预后情况，分析ILD患者二次肺移植术后生存情况。结果 14例二次肺移植受者中有13例因慢性移植肺功能障碍行二次肺移植，1例受者因气道并发症行二次肺移植。首次肺移植至二次肺移植的中位间隔时间为32（2，80）个月。二次移植术前2例受者需气管插管机械通气，2例受者需气管插管机械通气并体外膜肺氧合（ECMO）支持治疗。二次肺移植的手术时间较首次肺移植延长，术中红细胞输注量和血浆输注量均增加，二次肺移植的术中ECMO支持治疗比例高于首次肺移植（均为 $P<0.05$ ）。然而，首次肺移植完成一侧移植的冷缺血时间与二次肺移植完成一侧肺移植的冷缺血时间相近（ $P>0.05$ ）。二次肺移植受者术后中位随访时间为32（1，63）个月。二次肺移植术后1个月、6个月及1年生存率分别为79%、57%、50%，死亡原因为感染、多器官功能衰竭和消化道出血。结论 对于ILD肺移植术后再次肺移植的患者，其二次肺移植手术难度更大、术中出血量更多、手术时间更长，对手术技能及围手术期管理要求更高，非抢救性二次移植仍能取得较好效果。

【关键词】 间质性肺病；肺移植；二次肺移植；围手术期；术后并发症；预后；体外膜肺氧合；原发性移植植物失功

【中图分类号】 R617, R563 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-7445（2025）06-0009-08

Clinical characteristics analysis of interstitial lung disease undergoing second lung transplantation Liu Mengyang*, Zhou Yanran, Peng Guilin, Yang Chao, Yang Hanyu, Liu Hui, Xu Xin. *Department of Organ Transplantation, the First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510000, China
Corresponding author: Xu Xin, Email: yichunrenjia@126.com

【Abstract】 Objective To analyze the clinical characteristics of recipients with interstitial lung disease (ILD) who underwent second lung transplantation and summarize the diagnostic and therapeutic experience. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 14 patients who underwent first and second lung transplants for ILD at the First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University from January 2015 to December 2024. The preoperative conditions, intraoperative events, postoperative treatments and prognoses of the first and second lung transplantation were compared, and the postoperative survival of ILD patients after the second lung transplantation was analyzed. **Results** Among the 14 recipients of the second lung transplant, 13 underwent the procedure due to chronic lung allograft dysfunction, and 1 due to airway complications. The median interval time from the first to the second lung transplant was 32 (2, 80) months. Before the second transplantation, 2 recipients required endotracheal intubation and mechanical ventilation, and 2 required endotracheal intubation, mechanical ventilation, and extracorporeal membrane

DOI: 10.12464/j.issn.1674-7445.2025188

基金项目: 国家自然科学基金面上项目（82470103）；广州国家实验室专项项目（GZNL2023A01003）

作者单位: 510000 广州, 广州医科大学附属第一医院器官移植科（刘梦杨、彭桂林、杨超、徐鑫），麻醉科（周延然、杨汉宇、刘辉）

作者简介: 刘梦杨（ORCID 0000-0002-1985-3500），硕士，主治医师，研究方向为肺移植与微创胸外科，Email: liumengyanglmy@126.com

通信作者: 徐鑫（ORCID 0000-0002-4834-7922），博士，主任医师，研究方向为肺移植与微创胸外科，Email: yichunrenjia@126.com

oxygenation (ECMO) support. The surgical time for the second lung transplantation was longer than that for the first, with increased intraoperative red blood cell and plasma transfusion volumes, the proportion of ECMO support during the second lung transplantation was higher than that during the first (all $P < 0.05$). However, the cold ischemia time for one-sided lung transplant completion in the first lung transplant was similar to that in the second lung transplantation ($P > 0.05$). The median follow-up time after the second lung transplantation was 32 (1, 63) months. The 1-month, 6-month and 1-year survival rates after the second lung transplantation were 79%, 57% and 50%, respectively, with causes of death being infection, multiple organ failure and gastrointestinal bleeding. **Conclusions** For ILD patients undergoing second lung transplantation after the first lung transplantation, the second lung transplantation is more challenging, with longer surgical time and higher intraoperative blood loss. It requires higher surgical skills and perioperative management. Non-emergency second transplantation may still achieve good results.

【 Key words 】 Interstitial lung disease; Lung transplantation; Second lung transplantation; Perioperative period; Postoperative complication; Prognosis; Extracorporeal membrane oxygenation; Primary graft dysfunction

肺移植是治疗终末期肺疾病的有效方式。间质性肺病 (interstitial lung disease, ILD) 是肺移植的主要适应证之一^[1]。国际心肺移植协会 (International Society for Heart and Lung Transplantation, ISHLT) 的报告显示, ILD 占全球成人肺移植的 30%~52%^[2-3]。近年来我国 ILD 病例呈明显增多趋势, 根据中国肺移植质控中心报道, 在肺移植原发病中 ILD 占首位, 约 35.2%^[4-5]。然而, ILD 患者肺移植后长期生存仍面临挑战, 慢性移植肺功能障碍 (chronic lung allograft dysfunction, CLAD) 是影响患者远期存活的主要原因, 二次肺移植是治疗终末期该类患者的唯一有效手段^[6-12]。

国外研究报告显示, ILD 患者接受二次肺移植的生存率较其他适应证更低, 1 年生存率仅为 59%^[13-14]。主要原因包括 ILD 患者肺移植后发生 CLAD, 其中发生限制性移植失功综合征 (restrictive allograft syndrome, RAS) 的比例更高; 术前常合并肺动脉高压, 手术风险高; 首次肺移植后胸腔内持续炎症反应导致广泛胸膜粘连, 使得二次肺移植的术中出血量及术后并发症发生率升高^[15-17]。针对该类人群的二次移植, 国内相关报道较少, 本研究旨在分析 2015 年 1 月至 2024 年 12 月期间在广州医科大学附属第一医院实行二次肺移植的 ILD 患者的临床特征及预后情况。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2015 年 1 月至 2024 年 12 月在本中心因 ILD 行首次肺移植和二次肺移植的 14 例患者的临床资料。本研究获得广州医科大学附属第一医院伦理委员会的批准 (批号: ES-2024-249-02), 所有患者及家属均签署知情同意书。

1.2 二次肺移植的纳入及排除标准

二次肺移植的纳入标准包括: (1) 经组织病理学和 (或) 影像学诊断为 CLAD; (2) 根据 ISHLT 的标准诊断为原发性移植失功 (primary graft dysfunction, PGD) 3 级且经治疗无效^[18]; (3) 经介入治疗或手术治疗无法修复的气道或血管并发症; (4) 移植后淋巴增殖性疾病或抗体介导的排斥反应。二次肺移植的排除标准包括: (1) 未控制的肺脏器官外感染; (2) 肺脏器官外器官功能衰竭; (3) 多耐药菌引起的肺部感染; (4) 近期存在实体肿瘤并远处转移。

1.3 研究内容

收集 ILD 患者首次肺移植及二次肺移植的术前一般资料 [性别、年龄、术前体质量指数 (body mass index, BMI)、术前有创机械通气、术前体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 支持模式等]。比较首次肺移植及二次肺移植的术中事件 (肺移植手术方式、手术时间等)、术后治疗及预后情况 [术后机械通气时间、术后重症监护室 (intensive care unit, ICU) 停留时间等], 分析 ILD 患者二次肺移植术后生存情况。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 21.0 软件进行统计学分析。计数资料以率表示, 分类资料组间比较采用校正 McNemar 检验。计量资料以中位数 (下四分位数, 上四分位数) 表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验。采用 Kaplan-Meier 进行生存曲线分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料

首次肺移植的术式包括左肺移植 6 例 (43%)、右肺移植 7 例 (50%) 和双肺移植 1 例 (7%)。所

有患者在首次肺移植术前均未接受有创机械通气或 ECMO 支持治疗。14 例患者的原发病包括普通型间质性肺炎 6 例，间质性肺炎未分型 5 例，间质性肺炎并肺气肿、间质性肺炎并先天性囊性腺瘤样畸形、间质性肺炎并淋巴结管肌瘤病各 1 例。两次肺移植的中位间隔时间为 32 (2, 80) 个月，其中，1 例患者在首次肺移植术后 61 d 进行了二次肺移植。二次肺移植的主要原因包括 CLAD 13 例 (93%) 和气道并发症 1 例 (7%)。二次肺移植时患者中位年龄为 54 (29, 74) 岁，2 例患者术前需有创机械通气，另有 2 例患者术前需同时有创机械通气和 ECMO 支持治疗。二次肺移植的术式分布包括左肺移植 2 例 (14%)、右肺移植 2 例 (14%)、双肺移植 10 例 (71%) (表 1)。

2.2 首次肺移植和二次肺移植的术中情况

二次肺移植术和首次肺移植的术中各指标见

表 2。13 例 (93%) 患者在首次肺移植时进行了单肺移植，二次肺移植时 4 例 (29%) 患者进行对侧单肺移植，10 例 (71%) 患者进行了双肺移植，无同侧单肺移植。二次肺移植的手术时间延长 [468 (384, 506) min 比 250 (220, 295) min, $P < 0.05$]，术中红细胞输注量和血浆输注量均增加 [6 (4, 10) U 比 0 (0, 2) U, 700 (425, 1000) mL 比 0 (0, 475) mL, 均为 $P < 0.05$]。此外，二次肺移植的术中 ECMO 支持治疗比例高于首次肺移植 [8 例 (57%) 比 2 例 (14%)， $P < 0.05$]。然而，首次肺移植完成一侧移植的冷缺血时间与二次肺移植完成一侧肺移植的冷缺血时间相近，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.3 首次肺移植和二次肺移植的术后情况及治疗

首次肺移植中有 6 例患者实现术后即时气管拔管，二次肺移植有 1 例患者实现术后即时气管拔管。

表 1 ILD 患者接受首次肺移植和二次肺移植的一般资料

Table 1 General information of first and second lung transplantation in patients with ILD

例序	性别	首次肺移植							二次肺移植						
		年龄 (岁)	术前 BMI (kg/m ²)	术前有创机械通气	术前 ECMO 支持模式	手术方式	间隔时间 (月)	二次肺移植指征	年龄 (岁)	术前 BMI (kg/m ²)	术前有创机械通气	术前 ECMO 支持模式	手术方式	术后住院时间 (d)	术后 30 d 生存情况
1	男	40	24	—	—	LLT ^①	8	RAS	41	19	—	—	RLT	26	生存
2	男	41	21	—	—	RLT ^②	23	BOS ^③	43	19	—	—	DLT	21	生存
3	男	72	21	—	—	LLT	28	RAS	74	23	—	—	RLT	23	生存
4	女	40	18	—	—	RLT	45	BOS	44	20	—	—	DLT	29	生存
5	男	54	23	—	—	LLT	27	BOS	56	25	是	VV-ECMO ^④	DLT	1	死亡
6	男	43	25	—	—	RLT	70	RAS	49	16	—	—	LLT	25	死亡
7	男	43	19	—	—	LLT	80	BOS	50	18	—	—	DLT	10	生存
8	男	60	26	—	—	LLT	35	RAS	62	17	—	—	DLT	78	生存
9	男	63	20	—	—	DLT ^⑤	34	BOS	66	19	是	—	DLT	67	生存
10	男	49	25	—	—	LLT	35	RAS	52	20	—	—	DLT	157	生存
11	男	67	27	—	—	RLT	30	RAS	69	26	—	—	DLT	38	生存
12	女	58	24	—	—	RLT	2	气道并发症	59	24	是	—	DLT	30	生存
13	男	24	15	—	—	RLT	59	BOS	29	15	—	—	LLT	24	生存
14	男	67	23	—	—	RLT	15	RAS	68	23	是	VV-ECMO	DLT	6	死亡

注：①LLT为左肺移植；②RLT为右肺移植；③BOS为闭塞性细支气管炎综合征；④VV-ECMO为静脉-静脉ECMO；⑤DLT为双肺移植。

二次肺移植的免疫抑制方案同标准成人肺移植略有差异。由于二次肺移植受者术前已长期应用免疫抑制药,因此不进行术前免疫诱导。术中处理方面,在开放一侧肺血管前先静脉注射甲泼尼龙 500 mg 进行冲击治疗;在开放对侧肺血管前,再次注射 250 mg 甲泼尼龙。术后采用经典三药联合免疫抑制方案,包括他克莫司+吗替麦考酚酯+甲泼尼龙。术后 3 d 有 4 例患者诊断为 2 级 PGD, 5 例患者诊断为 1 级 PGD。为防治感染,术后联合使用抗病毒、抗菌及抗真菌类药物进行抗感染治疗。在术后康复进程中,二次肺移

植受者的术后机械通气时间更长 ($P < 0.05$), 两次肺移植手术的术后 ICU 停留时间、术后住院时间、术后 30 d 内再次气管插管、术后 30 d 内连续肾脏替代治疗差异均无统计学意义 (均为 $P > 0.05$), 二次肺移植术后 ICU 停留时间、术后住院时间的中位时间均长于首次肺移植,但差异无统计学意义 (均为 $P > 0.05$, 表 3)。二次肺移植术后 30 d 内有 1 例患者出现非感染性多器官功能障碍综合征, 2 例患者出现消化道出血, 1 例患者出现败血症, 1 例患者出现感染性休克。

表 2 首次肺移植和二次肺移植的术中情况比较

Table 2 Comparison of intraoperative situation between first and second lung transplantation

指标	首次肺移植 (n=14)	二次肺移植 (n=14)	P值
手术方式[n (%)]			0.002
LLT ^①	6 (43)	2 (14)	
RLT ^②	7 (50)	2 (14)	
DLT ^③	1 (7)	10 (71)	
冷缺血时间[M (P ₂₅ , P ₇₅), min]			
第一侧	201 (222, 235)	184 (161, 220)	0.053
第二侧	375	404 (400, 517)	
手术时间[M (P ₂₅ , P ₇₅), min]	250 (220, 295)	468 (384, 506)	0.001
术中ECMO支持治疗[n (%)]	2 (14)	8 (57)	0.046
红细胞输注量[M (P ₂₅ , P ₇₅), U]	0 (0, 2)	6 (4, 10)	0.007
血浆输注量[M (P ₂₅ , P ₇₅), mL]	0 (0, 475)	700 (425, 1 000)	0.004
出血量[M (P ₂₅ , P ₇₅), mL]	100 (100, 200)	450 (200, 1 188)	0.265
尿量[M (P ₂₅ , P ₇₅), mL]	1 150 (800, 1 220)	1 200 (750, 1 875)	0.613

注: ①LLT为左肺移植; ②RLT为右肺移植; ③DLT为双肺移植。

表 3 首次肺移植和二次肺移植的术后情况比较

Table 3 Comparison of postoperative conditions between first and second lung transplantation

指标	首次肺移植 (n=14)	二次肺移植 (n=14)	P值
术后即时气管拔管[n (%)]	6 (43)	1 (7)	0.077
术后机械通气时间[M (P ₂₅ , P ₇₅), d]	2.5 (0, 3.0)	6.0 (3.3, 17.3)	0.001
术后ICU停留时间[M (P ₂₅ , P ₇₅), d]	6.5 (5.3, 8.5)	12.5 (6.3, 28.8)	0.075
术后30 d内再次气管插管[n (%)]	0	1 (7)	-
术后30 d内连续性肾脏替代治疗[n (%)]	0	1 (7)	-
术后住院时间[M (P ₂₅ , P ₇₅), d]	19 (17, 24)	26 (22, 36)	0.175

2.4 二次肺移植受者术后生存情况

二次肺移植受者术后中位随访时间为 32 (1, 63) 个月。接受对侧单肺二次移植受者的术后 1 个月、6 个月和 12 个月的生存率为 75%、75% 和 75% (图 1A), 接受双肺二次移植受者的术后 1 个月、6 个月和 12 个月的生存率为 80%、50% 和 40% (图 1B)。二次肺移植术后 1 个月、6 个月及 1 年生存率分别为 79%、57%、50% (图 1C), 病死原因为感染、多器官功能衰竭和消化道出血。

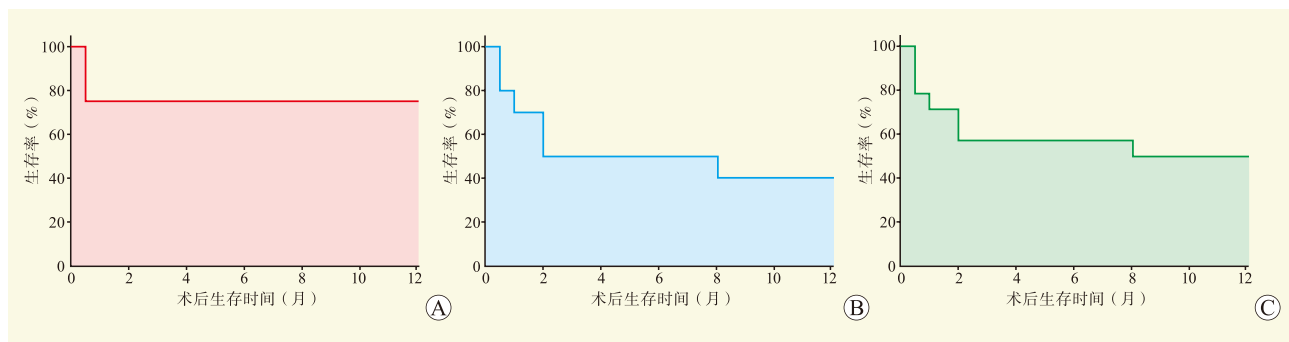
3 讨论

二次肺移植是首次肺移植后进展至移植物失功的患者唯一有效的治疗手段。与首次肺移植的指征不同, 二次肺移植的指征主要包括 CLAD、3 级 PGD 和严重血管或气道并发症。回顾性分析既往 10 年在本中心实行首次肺移植和二次肺移植 ILD 患者的临床资料, 结果表明, 与首次肺移植相比, 二次肺移植仍然面临许多障碍, 主要包括二次移植 ILD 患者术前一般情况更危重、手术难度较首次手术增加及术后机械通气时间更长。

在本研究的 14 例患者中, 两次肺移植中位间隔时间为 32 个月。13 例患者符合 CLAD 的诊断标准, 其中 6 例为闭塞性细支气管炎综合征表型, 即肺功能显示第 1 秒用力呼气容积/用力肺活量 < 70%, 影像学表现为呼气相空气潴留和 (或) 马赛克征; 7 例为 RAS 表型, 即肺功能显示总肺活量下降 $\geq 10\%$, 影像学表现为胸膜增厚、毛玻璃样混浊。术后 3 d 有 4 例患者诊断为 2 级 PGD, 5 例患者诊断为 1 级 PGD。本研究结果与 ISHLT 报道相似, 二次肺移植的指征

以 CLAD 为主, 其中 RAS 表型在 ILD 患者中的占比更高^[14]。本研究中, 部分患者进行二次肺移植时的基础状态较差、术前 BMI 较低, 4 例患者术前需行机械通气支持和 2 例患者术前需行 ECMO 支持治疗, 该结果同国外的研究结果相似, 部分患者在二次肺移植前需要机械通气和 ECMO 支持治疗^[13,19-22]。

二次肺移植的手术方式主要包括同侧单肺移植、对侧单肺移植和双肺移植。如果初次移植是单侧肺移植, 且仅有一侧肺出现功能障碍, 理论上可以选择同侧或对侧的单肺二次移植^[23]。本研究中, 接受对侧单肺二次移植的患者的术后 1 个月、6 个月和 12 个月的生存率为 75%、75% 和 75%, 而接受双肺二次移植的患者的术后 1 个月、6 个月和 12 个月的生存率为 80%、50% 和 40%, 这同国外的数据有一定差异。在 Kon 等^[24]对移植受者科学登记处的数据分析中发现, 接受对侧单肺二次移植的患者与接受双肺二次移植的患者的术后 30 d、1 年和 5 年的生存率相似, 且两者的生存率均优于接受同侧单肺二次移植的患者。在实际临床工作中, 由于可能存在胸腔粘连、解剖结构改变等因素, 更多医学中心在进行二次肺移植时选择对侧单肺移植或双肺移植, 以减少手术相关并发症^[25-26]。根据加拿大多伦多肺移植中心的经验, 二次肺移植时倾向于选择双肺移植 (95%)^[27]。二次双肺移植通常能够更全面地恢复受者的肺功能, 有助于提高受者的远期生存率, 二次单肺移植可能面临术后肺功能恢复不完全、肺部交叉感染、移植肺与自体肺之间顺应性不匹配等问题, 从而影响受者的远期生存情况^[28]。本研究中, 93% 患者在首次肺移植时进行了单肺移植, 二次肺移植时 29% 患者进行对侧单肺移植, 71% 患者进行了双肺移植, 无同侧单肺移植,



注: A 图为接受对侧单肺二次移植术后生存曲线; B 图为接受双肺二次移植术后生存曲线; C 图为二次肺移植术后生存曲线。

图 1 二次肺移植术后生存曲线分析

Figure 1 Survival curves analysis after second lung transplantation

这与国外移植中心的手术选择经验相似。

由于ILD患者的进行性肺纤维化病理特征及首次肺移植术后胸腔内持续的炎症反应易导致胸膜腔形成致密的粘连组织,特别是在肺门区域,首次移植后形成的支气管周围瘢痕组织异常坚韧,肺动脉吻合口及心房吻合口处的粘连使得二次肺移植时的解剖分离变得更为困难,进而导致手术时间延长和出血风险增加。本研究中,由于纳入研究的14例患者,仅有1例在首次肺移植中行双肺移植,因此二次肺移植的手术时间较首次肺移植增加,延长218 min,但首次肺移植完成一侧移植的冷缺血时间同二次肺移植完成一侧肺移植的冷缺血时间相近,差异不具有统计学意义,这可能同供肺获取时间及受者肺切除时间协调较好有关。在二次肺移植术中平均红细胞输注量增加6 U ($P < 0.05$)、平均血浆输注量增加700 mL ($P < 0.05$)和平均出血量增加350 mL ($P > 0.05$),首次肺移植和二次肺移植术中出血量差异无统计学意义,这可能与样本量较少有关。但总体术中血液制品输注量同既往报道的二次肺移植的手术特征一致,提示二次肺移植的外科操作更为复杂,术中出血量相对较多^[29-30]。在血管吻合方面,ILD患者术前常伴有不同程度的肺动脉高压,长期肺高压状态导致肺动脉血管壁发生病理性改变,表现为血管中层增厚、弹性纤维减少,进而造成血管脆性增加,二次吻合时可考虑采用“血管袖”吻合技术以避免吻合口撕裂及渗血发生^[1,31-33]。此外,由于首次肺移植后的解剖结构改变,特别是肺动脉和肺静脉的位置关系可能发生人为导致的解剖变异,进一步增加手术风险^[15,34-37]。

根据美国器官共享联合网络登记系统的一项纳入20 675例患者的分析发现,二次肺移植的早期死亡风险高于首次肺移植,主要死亡原因包括严重肺部感染和急性排斥反应。该研究进一步指出,低移植量中心(< 25 例/年)的术后30 d病死率高达15.7%,而高移植量中心(> 50 例/年)为6.2% ($P < 0.001$),提示手术经验对于二次肺移植早期生存率有影响。此外,术前入住ICU和接受二次单肺移植是术后生存率的危险因素^[38]。另一个基于ISHLT数据的报告显示,术后1年生存率的3个主要影响因素分别是两次肺移植间隔时间(间隔时间越长生存率越高)、供者年龄和二次肺移植前机械通气支持^[14]。本研究中,50%患者分别由于感染、多器官功能衰竭和消化道出血在术后1年内死亡,病死率相较于国外大型移植中

心报道的数据偏高。其中2例患者术前需行机械通气,2例患者术前需机械通气合并ECMO支持治疗,该结果符合国外报道经验,即术前危重状态是不良预后的重要预测因素^[39-40]。我们认为,这一现象与我国当前二次肺移植的整体发展阶段、患者来源特点以及医疗资源配置等多方面因素密切相关。部分患者在首次肺移植术后未遵循医嘱规律复查,慢性排斥反应或移植功能衰竭的早期信号未能及时识别,导致二次肺移植时病情多已进展至严重阶段,部分术前需要机械通气或ECMO支持。受器官获取机制、地理分布和捐献率影响,二次肺移植受者常难以获得充分匹配的优质供肺,部分患者因病情紧急被动接受边缘供肺,亦可能影响术后早期结局。目前国内二次肺移植数量较少,缺乏成熟的二次肺移植手术团队及多学科协作流程,尤其在处理术中复杂粘连、吻合重建及术后监测方面经验有限。此外,术后ICU管理、感染控制、抗排斥反应药物的个体化调控尚有待进一步标准化和优化。

本研究是一项回顾性的单中心研究,存在一定的局限性,纳入的样本量较少可能导致统计效力不足。此外,本组病例时间跨度为10年,期间本中心的外科技术及围手术期管理也在不断变化,这也可能导致患者的相关数据差异度较大。

综上所述,尽管目前肺移植技术、受者选择和围手术期管理取得了明显进步,但CLAD仍然是影响ILD患者肺移植术后远期生存的重要原因,二次肺移植是该类患者唯一有效的治疗方式。然而,二次肺移植受者术前一般情况较差,围手术期风险更高,需建立更完善的二次肺移植手术体系。

参考文献:

- [1] DE SADELEER L J, VERLEDEN S E, VOS R, et al. Advances in lung transplantation for interstitial lung diseases[J]. *Curr Opin Pulm Med*, 2020, 26(5): 518-525. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000690.
- [2] CHRISTIE J D, EDWARDS L B, KUCHERYAVAYA A Y, et al. The registry of the international society for heart and lung transplantation: 29th adult lung and heart-lung transplant report-2012[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2012, 31(10): 1073-1086. DOI: 10.1016/j.healun.2012.08.004.
- [3] CHAMBERS D C, YUSEN R D, CHERIKH W S, et al. The registry of the international society for heart and lung transplantation: thirty-fourth adult lung and heart-lung transplantation report-2017; focus theme: allograft ischemic time[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2017,

- 36(10): 1047-1059. DOI: 10.1016/j.healun.2017.07.016.
- [4] 陈雨霁, 宋陈婉秋, 黄桁, 等. 中国肺移植现状与挑战[J]. 生物医学转化, 2023, 4(3): 14-20. DOI: 10.12287/j.issn.2096-8965.20230303.
CHEN Y X, SONG C W Q, HUANG H, et al. Current status and challenges of lung transplantation in China[J]. Biomed Transform, 2023, 4(3): 14-20. DOI: 10.12287/j.issn.2096-8965.20230303.
- [5] 中华医学会器官移植学分会. 中国肺移植受者选择与术前评估技术规范(2019版)[J/OL]. 中华移植杂志(电子版), 2019, 13(2): 81-86. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3903.2019.02.001.
Branch of Organ Transplantation of Chinese Medical Association. Technical specification for the selection of recipient and preoperative evaluation of lung transplantation in China(2019 edition)[J/OL]. Chin J Transplant (Electr Edit), 2019, 13(2): 81-86. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3903.2019.02.001.
- [6] MAHER T M. Interstitial lung disease: a review[J]. JAMA, 2024, 331(19): 1655-1665. DOI: 10.1001/jama.2024.3669.
- [7] STAŁCEL T, NECKI M, ANTOŃCZYK R, et al. Effectiveness of lung transplantation in patients with interstitial lung diseases[J]. Transplant Proc, 2020, 52(7): 2143-2148. DOI: 10.1016/j.transproceed.2020.03.050.
- [8] LEARD L E, HOLM A M, VALAPOUR M, et al. Consensus document for the selection of lung transplant candidates: an update from the International Society for Heart and Lung Transplantation[J]. J Heart Lung Transplant, 2021, 40(11): 1349-1379. DOI: 10.1016/j.healun.2021.07.005.
- [9] AUNER S, BOEHM P M, HILLEBRAND C, et al. Effect of chronic lung allograft dysfunction phenotypes on the outcome after lung retransplantation: a retrospective single-center data analysis[J]. JTCVS Open, 2024, 23: 335-348. DOI: 10.1016/j.xjon.2024.10.034.
- [10] MICHEL E, GALEN HARTWIG M, SOMMER W. Lung retransplantation[J]. Thorac Surg Clin, 2022, 32(2): 259-268. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2021.12.001.
- [11] POLASTRI M, REED R M. Rehabilitative goals for patients undergoing lung retransplantation[J]. J Yeungnam Med Sci, 2024, 41(2): 134-138. DOI: 10.12701/jyms.2024.00241.
- [12] NOVYSEDLÁK R, TAVANDŽIS J, BALKO J, et al. Surgical therapy of chronic lung allograft dysfunction[J]. Rozhl Chir, 2023, 102(9): 345-351. DOI: 10.33699/PIS.2023.102.9.345-351.
- [13] KAWUT S M, LEDERER D J, KESHAVJEE S, et al. Outcomes after lung retransplantation in the modern era[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2008, 177(1): 114-120. DOI: 10.1164/rccm.200707-1132OC.
- [14] HARHAY M O, CHERIKH W S, TOLL A E, et al. Epidemiology, risk factors, and outcomes of lung retransplantation: an analysis of the International Society for Heart and Lung Transplantation Thoracic Transplant Registry[J]. J Heart Lung Transplant, 2022, 41(10): 1478-1486. DOI: 10.1016/j.healun.2022.06.022.
- [15] SOMMER W, IUS F, KÜHN C, et al. Technique and outcomes of less invasive lung retransplantation[J]. Transplantation, 2018, 102(3): 530-537. DOI: 10.1097/TP.0000000000001905.
- [16] LESTER L A, HUANG V P, WIGHTMAN S C, et al. Ethical considerations in lung re-transplantation[J]. Curr Opin Organ Transplant, 2024, 29(6): 388-393. DOI: 10.1097/MOT.0000000000001171.
- [17] DEITZ R L, CLIFFORD S, RYAN J P, et al. Performance status at the time of lung retransplant predicts long-term function[J]. Clin Transplant, 2024, 38(4): e15310. DOI: 10.1111/ctr.15310.
- [18] SNELL G I, YUSEN R D, WEILL D, et al. Report of the ISHLT working group on primary lung graft dysfunction, part I: definition and grading-a 2016 consensus group statement of the international society for heart and lung transplantation[J]. J Heart Lung Transplant, 2017, 36(10): 1097-1103. DOI: 10.1016/j.healun.2017.07.021.
- [19] KAPNADAK S G, MILINIC T, RAMOS K J. Lung retransplantation for recipients with cystic fibrosis: procedure choice and other considerations[J]. J Heart Lung Transplant, 2025, 44(2): 191-192. DOI: 10.1016/j.healun.2024.10.004.
- [20] TOMIOKA Y, MIYOSHI K, TANAKA S, et al. Successful management of temporary veno-venous extracorporeal membrane oxygenation for a pediatric lung transplant recipient with bronchiolitis obliterans syndrome awaiting lung re-transplantation: a case report[J]. Surg Case Rep, 2023, 9(1): 163. DOI: 10.1186/s40792-023-01742-4.
- [21] KEEN J L, MODI P, CRESPO M M, et al. Survival after extracorporeal membrane oxygenation bridge to lung retransplantation[J]. Ann Thorac Surg Short Rep, 2024, 3(1): 150-155. DOI: 10.1016/j.atssr.2024.09.018.
- [22] NOVYSEDLÁK R, JR J V, STRÍŽOVÁ Z, et al. The first lung retransplantation with “ECMO bridge” in the Czech Republic - case report[J]. Rozhl Chir, 2022, 101(5): 239-243. DOI: 10.33699/PIS.2022.101.5.239-243.
- [23] LARSON E L, LENG A, RUCK J M, et al. Outcomes of single vs double lung retransplantation in patients with cystic fibrosis[J]. J Heart Lung Transplant, 2025, 44(2): 184-190. DOI: 10.1016/j.healun.2024.09.010.
- [24] KON Z N, BITTLE G J, PASRIJA C, et al. The optimal procedure for retransplantation after single lung transplantation[J]. Ann Thorac Surg, 2017, 104(1): 170-175. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.10.002.
- [25] YIN V, RODMAN J C S, ATAY S M, et al. Outcomes of single-lung retransplantation after double-lung

- transplantation[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2025, 169(5): 1398-1406.e2. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2024.09.039.
- [26] LIN F, LONG B, LIU Y, et al. Perioperative changes in lung re-transplantation: a single-centre observational study[J]. *J Thorac Dis*, 2025, 17(1): 121-133. DOI: 10.21037/jtd-24-1460.
- [27] HALLORAN K, AVERSA M, TINCKAM K, et al. Comprehensive outcomes after lung retransplantation: a single-center review[J]. *Clin Transplant*, 2018, 32(6): e13281. DOI: 10.1111/ctr.13281.
- [28] OHSUMI A, TANAKA S, YAMADA Y, et al. Various combinations of living and deceased donors for lung retransplantation—a single institutional retrospective study[J]. *Interdiscip Cardiovasc Thorac Surg*, 2024, 38(1): ivae010. DOI: 10.1093/icvts/ivae010.
- [29] FESSLER J, GLORION M, FINET M, et al. Perioperative outcomes during double-lung transplantation and retransplantation in cystic fibrosis patients: a monocentric cohort study[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2023, 37(6): 964-971. DOI: 10.1053/j.jvca.2023.02.029.
- [30] 杨建辉, 赵高峰, 丁志丹, 等. 肺移植术后支气管吻合口裂开行二次肺移植 1 例[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2024, 38(7): 699-703. DOI: 10.13507/j.issn.1674-3474.2024.07.010.
- YANG J H, ZHAO G F, DING Z D, et al. Secondary lung transplantation for bronchial anastomosis dehiscence in one patient[J]. *J Chin Pract Diagn Ther*, 2024, 38(7): 699-703. DOI: 10.13507/j.issn.1674-3474.2024.07.010.
- [31] NATHAN S D, STINCHON M R Jr, ATCHESON S, et al. Shining a spotlight on pulmonary hypertension associated with interstitial lung disease care: the latest advances in diagnosis and treatment[J]. *J Manag Care Spec Pharm*, 2025, 31(1-a Suppl): S2-S17. DOI: 10.18553/jmcp.2025.31.1-a.s2.
- [32] BROWNSTEIN A J, MURA M, RUFFENACH G, et al. Dissecting the lung transcriptome of pulmonary fibrosis-associated pulmonary hypertension[J]. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 2024, 327(4): L520-L534. DOI: 10.1152/ajplung.00166.2024.
- [33] PAOLETTI L, WHELAN T P M. Lung transplantation for interstitial lung disease[J]. *Curr Respir Care Rep*, 2014, 3(3): 96-102. DOI: 10.1007/s13665-014-0083-3.
- [34] BISWAS ROY S, PANCHANATHAN R, WALIA R, et al. Lung retransplantation for chronic rejection: a single-center experience[J]. *Ann Thorac Surg*, 2018, 105(1): 221-227. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2017.07.025.
- [35] 张云翔, 王梓涛, 赵晋, 等. 二次肺移植手术方式与预后分析: 单中心经验[J/OL]. *实用器官移植电子杂志*, 2023, 11(3): 219-224. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2023.03.006.
- ZHANG Y X, WANG Z T, ZHAO J, et al. Surgical methods and prognosis of lung retransplantation: a single center review[J/OL]. *Pract J Organ Transplant (Electr Vers)*, 2023, 11(3): 219-224. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2023.03.006.
- [36] BHAMA J K, BANSAL A, SHIGEMURA N, et al. Sternal-sparing approach for reoperative bilateral lung transplantation[J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2013, 17(5): 835-837. DOI: 10.1093/icvts/ivt305.
- [37] YUN J J, UNAI S, BUDEV M M, et al. Salvage lung retransplantation: en bloc double lung with bronchial artery revascularization for bronchial dehiscence related to short telomeres[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2024, 168(3): e62-e64. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2024.03.026.
- [38] RANDHAWA S K, YANG Z, MORKAN D B, et al. One-year survival worse for lung retransplants relative to primary lung transplants[J]. *Ann Thorac Surg*, 2022, 113(4): 1265-1273. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2021.03.112.
- [39] HALL D J, BELLI E V, GREGG J A, et al. Two decades of lung retransplantation: a single-center experience[J]. *Ann Thorac Surg*, 2017, 103(4): 1076-1083. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.09.107.
- [40] GANAPATHI A M, HEH V, ROSENHECK J P, et al. Thoracic retransplantation: does time to retransplantation matter?[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2023, 166(6): 1529-1541. e4. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2022.05.003.

(收稿日期: 2025-08-22)

(本文编辑: 谢诗韵 吴秋玲)