

· 论著 ·

青少年百草枯中毒后肺移植1例并文献复习

孟凡杰 张岩 蔡宏飞 孟凡宇 王瑞 崔有斌 陈静瑜 李洋

【摘要】 目的 总结百草枯中毒患者中毒后移植时机以及相关处理措施对预后的影响。**方法** 回顾性分析1例百草枯中毒行双肺移植术治疗患者的临床资料，总结分析该例患者的临床表现、辅助检查以及诊治经过。**结果** 1例17岁青少年在摄入25%百草枯20~30 mL后出现恶心、呕吐、咳嗽伴全身乏力入院。患者经对症支持治疗后，氧饱和情况无改善，肺部纤维化持续进展，遂在体外膜肺氧合（ECMO）辅助下行序贯双侧肺移植。术后康复治疗，并积极防治并发症，患者于术后50 d出院。**结论** 百草枯中毒后的移植时机可选择在肝肾功能开始恢复时，围手术期主动、有针对性地预防潜在致病性细菌感染，以及早期康复训练有助于改善肺移植受者的预后。

【关键词】 肺移植；百草枯中毒；肺纤维化；呼吸衰竭；体外膜肺氧合；感染；过客淋巴细胞综合征；支气管狭窄

【中图分类号】 R617, R563 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-7445 (2024) 01-0014-06

Lung transplantation after paraquat poisoning in an adolescent: one case report and literature review Meng Fanjie*, Zhang Yan, Cai Hongfei, Meng Fanyu, Wang Rui, Cui Youbin, Chen Jingyu, Li Yang. *Department of Thoracic Surgery, the First Bethune Hospital of Jilin University, Changchun 130021, China
Corresponding author: Li Yang, Email: liyang99@jlu.edu.cn

【Abstract】 Objective To summarize the effect of the timing of lung transplantation and related treatment measures on clinical prognosis of patients with paraquat poisoning. **Methods** Clinical data of a patient with paraquat poisoning undergoing bilateral lung transplantation were retrospectively analyzed. Clinical manifestations, auxiliary examination, diagnosis and treatment of this patient were summarized and analyzed. **Results** A 17-year-old adolescent was admitted to hospital due to nausea, vomiting, cough and systemic fatigue after oral intake of 20-30 mL of 25% paraquat. After symptomatic support treatment, the oxygen saturation was not improved, and pulmonary fibrosis continued to progress. Therefore, sequential bilateral lung transplantation was performed under extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). After postoperative rehabilitation and active prevention and treatment for postoperative complications, the patient was discharged at postoperative 50 d. **Conclusions** The timing of lung transplantation after paraquat poisoning may be selected when the liver and kidney function start to recover. Active and targeted prevention of potential pathogen infection in perioperative period and early rehabilitation training contribute to improving clinical prognosis of lung transplant recipients.

【Key words】 Lung transplantation; Paraquat poisoning; Pulmonary fibrosis; Respiratory failure; Extracorporeal membrane oxygenation; Infection; Passenger lymphocyte syndrome; Bronchial stenosis

DOI: [10.3969/j.issn.1674-7445.2023175](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-7445.2023175)

基金项目：吉林省重点研发计划项目（JJKH20211163KJ）；吉林省市厅局级重点研发计划项目（2021JC013）

作者单位：130021 长春，吉林大学白求恩第一医院胸外科（孟凡杰、张岩、蔡宏飞、孟凡宇、王瑞、崔有斌、李洋）；南京医科大学附属无锡人民医院肺移植中心（陈静瑜）

作者简介：孟凡杰（ORCID 0009-0005-3398-0994），硕士研究生，研究方向为肺移植，Email: 1960610338@qq.com

通信作者：李洋（ORCID 0000-0001-8523-5332），博士，主任医师，研究方向为肺移植及肺癌，Email: liyang99@jlu.edu.cn

百草枯是一种价格低廉、无残留、不污染环境的快速灭生性除草剂, 对人毒性极高。研究表明, 成人百草枯中毒的最低致死剂量为 $20\sim 30\text{ mg/kg}$ ^[1], 且无特效解毒药, 它是引起人类急性中毒病死率最高的除草剂。百草枯中毒的主要途径是通过口腔摄入^[1-2], 可经过胃肠道、皮肤、呼吸道和腹腔等吸收, 引起肺、肝、肾、心脏和中枢神经系统等器官损伤, 但肺是百草枯中毒的主要靶器官, 患者常发生肺纤维化, 因呼吸衰竭而死亡^[2-3]。肺移植是百草枯中毒后呼吸衰竭和不可逆性肺纤维化持续进展患者唯一有效的治疗方法^[4]。吉林大学第一医院于2022年收治了1例口服百草枯中毒的17岁男性患者, 该患者接受双肺移植手术后经过多学科团队的管理最后成功治愈出院。现对患者临床资料进行分析, 并总结国内外相似病例, 探讨百草枯中毒患者肺移植的时机及影响预后的因素。

1 临床资料

1.1 一般资料

患者, 男, 17岁。口服25%百草枯20~30 mL后出现恶心、呕吐、咳嗽伴全身乏力30 min后就诊于当地医院, 诊断为急性百草枯中毒, 接受洗胃、导泻、2次血液灌注治疗后无好转。于2022年10月26日(中毒后25 h)转入吉林大学第一医院, 肺部CT检查未见异常, 给予血液灌注、补液促排、保护各器官功能等治疗, 病情稍有缓解。患者中毒4 d后突发呼吸困难, 肺部CT提示双肺炎症性病变, 以间质性改变为主, 给予间断经鼻高流量、无创呼吸机辅助通气治疗后好转。中毒25 d后, 患者突发呼吸困难, 给予间断经鼻高流量、无创呼吸机辅助通气治疗后未见好转, 血气分析示: 动脉血氧分压 (partial pressure of arterial oxygen, PaO_2) 43 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa), 动脉血二氧化碳分压 (partial pressure of arterial carbon dioxide, PaCO_2) 87 mmHg。紧急予以气管插管、有创呼吸机辅助通气。血气分析示: PaO_2 58 mmHg, PaCO_2 39 mmHg, 患者氧饱和情况无改善 (图1), 肺部纤维化持续进展 (图2), 肝、肾等其他器官功能趋于好转 (图3), 经专家评估后, 患者已达到终末期肺病, 需要行肺移植手术以延长生存期。为桥接肺移植手术, 患者中毒后第26日开始接受静脉-静脉 (veno-venous, V-V) 体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation,

ECMO) 支持治疗。本研究经吉林大学白求恩第一医院伦理委员会批准。

1.2 手术方式及免疫抑制方案

双肺供者为45岁男性脑死亡患者。于2022年11月20日在ECMO辅助下行双侧前外侧切口序贯双肺移植术。右肺冷缺血时间为6.5 h, 左肺冷缺血时间为7.5 h, 术后安返重症监护病房。

术后1周免疫抑制方案为他克莫司+甲泼尼龙, 术后8 d因患者他克莫司浓度为4.3 ng/mL, 未达到有效浓度, 排斥反应风险大, 调整免疫抑制药为环孢素+甲泼尼龙。

1.3 术后康复治疗

患者术后自主呼吸差, 在接受体外膈肌起搏、呼吸肌抗阻训练、气道廓清治疗、四肢耐力及抗阻训

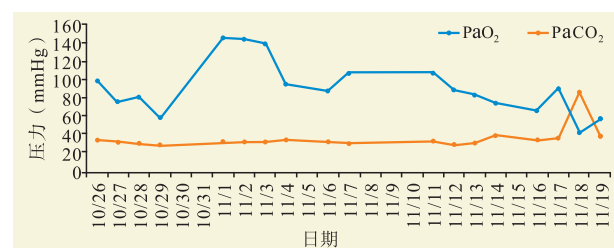
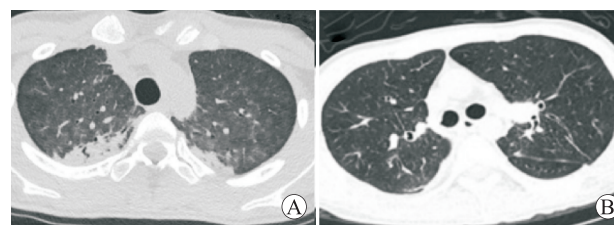


图1 患者入院到术前的血气结果变化

Figure 1 Changes in blood gas results between admission and pre-operation



注: A 图示双侧肺纤维化进展; B 图示肺移植术后肺部CT未见纤维化。

图2 肺移植术前及术后肺部CT图像

Figure 2 CT images of lung before and after lung transplantation

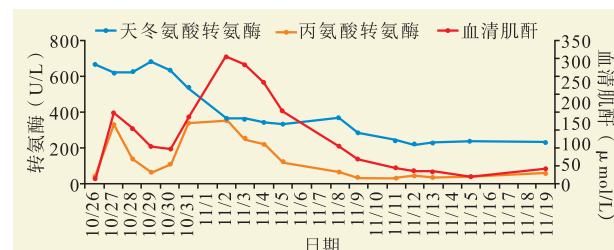


图3 患者入院到术前肝肾功能变化

Figure 3 Changes of liver and kidney function between admission and pre-operation

练、心理支持等一系列康复治疗成功后脱机, 后进行了有效的咳嗽训练、胸部物理治疗、抗阻训练、有氧耐力训练、呼吸控制等康复治疗。

1.4 术前肺功能改变

患者术前呼吸功能差, 无法配合肺功能检查, 术后撤除呼吸机及 ECMO 后肺功能检查结果第 1 秒用力呼气容积 (forced expiratory volume in one second, FEV₁) / 用力肺活量 (forced vital capacity, FVC) 82.9%, FEV₁ 1.098 L, FVC 1.323 L。开始康复训练, 接受康复治疗患者肺功能有所改善, 肺功能检查结果示 FEV₁/FVC 82.2%, FEV₁ 1.68 L, FVC 2.05 L。

1.5 术后并发症及预后情况

患者术后 2 d 出现耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌 (carbapenem-resistant *acinetobacter baumannii*, CRAB) 感染, 术后给予美罗培南、万古霉素、多黏菌素 B、卡泊芬净联合抗感染治疗, 术后 3 d 开始发热, 加用米诺环素联合多黏菌素 E, 患者病情平稳后更改为头孢哌酮钠舒巴坦钠联合多黏菌素 E。患者术后 10 d 出现血红蛋白持续下降, 诊断为过客淋巴瘤综合征, 给予输注洗涤红细胞后病情逐渐好转。患者术后 1 个月开始出现支气管吻合口周围狭窄, 气管镜下行坏死组织钳取、冷冻、球囊扩张、多黏菌素 E 喷洒等治疗^[5]。患者于术后 50 d 康复出院。

2 讨论

自从百草枯上市后, 有很多百草枯中毒病例被报道, 中毒的原因主要是自杀、意外摄入和长期接触。百草枯是一种腐蚀性联吡啶类化合物, 化学式为 1,1'-二甲基-4,4'-二氯化联吡啶, 百草枯中毒病死率高达 50%~70%^[6]。百草枯最早可在口服后 30 min 出现在血浆中, 并在 4 h 内达到浓度峰值^[7]; 中毒后最重要的治疗包括通过洗胃、口服或经胃管注入活性炭以及口服抗氧化剂治疗来减少百草枯的吸收。血液灌流和血液透析、免疫抑制药和间充质干细胞治疗被认为可以降低严重百草枯中毒患者的病死率^[8-9]。对于百草枯中毒的患者来说, 及时采取一些措施来减少百草枯的吸收以及促进百草枯的排出, 对于治疗具有积极的意义^[10-11]。

百草枯中毒患者选择合适的肺移植时机对预后尤为重要, 笔者总结了既往文献报道的百草枯中毒肺移植受者的临床资料 (表 1)^[4,12-18]。1997 年之前的

3 例患者均在中毒 30 d 内进行肺移植, 结果均失败。这 3 例死亡患者的尸检结果均显示移植肺不同程度纤维化改变^[4,12-13], 因此过早地进行移植会使血液及组织中仍然残留的百草枯再度攻击移植肺, 从而导致移植肺再度纤维化。本例患者进行肺移植的时间为中毒后 27 d, 血清肌酐和转氨酶水平虽未完全恢复, 但呈下降趋势。虽然等待时间较短, 但术后肺部 CT 图像显示移植肺纤维化不明显。在肝肾功能开始恢复时行肺移植是可行的, 不需要等待其完全恢复。长时间的等待会增加术前细菌感染的风险, 这可能导致复杂的气道并发症, 阻碍患者术后康复。

本研究中, 该患者术后 1 周均使用他克莫司+甲泼尼龙, 但他克莫司的血药浓度一直未达到目标浓度。经检测, 该患者细胞色素 P450 (cytochrome P450, CYP) 3A5 基因检测为阳性, 他克莫司的血药浓度受到 CYP3A5 基因型的强烈影响^[19]。针对此类患者使用他克莫司的方法, 虽然有指南指导^[20], 但一项针对肾移植受者的随机对照研究表明, 基于 CYP3A5 基因型的他克莫司给药方法可使更多患者在移植术后早期达到目标浓度, 但未观察到临床结果 (排斥反应发生率、毒性) 的改善^[21]。

感染是移植术后发病和死亡的主要原因之一, 特别是在移植术后的第 1 年^[22]。该患者从中毒后 19 d 至肺移植术后, 痰中均可见到鲍曼不动杆菌等一系列细菌, 予静脉注射加雾化吸入抗生素治疗。百草枯中毒术后存活的患者几乎都发生术后感染。由于中毒至术后时间长、手术创伤等多种原因, 术后感染似乎不可避免。术前气道细菌定植给术后抗感染治疗带来相当大的困难。及时诊断感染有助于指导治疗和进一步检测, 主动和有针对性地预防性治疗潜在致病性细菌感染对改善预后也很重要^[23-24]。

术后康复治疗同样关键, 为了预防重症监护室 (intensive care unit, ICU) 继发感染^[25], 该患者在术后 2 周便开始了早期康复。一项随机研究发现, 与完全没有进行康复计划的肺移植受者相比^[26], 接受早期康复计划 (术后前 3 个月) 的肺移植受者具有更高的健康水平。有研究表明, 在移植术后早期, 参加为期 3 周的康复计划可带来多方面的益处^[27]。康复训练对肺移植受者的身体功能和生活质量均有积极影响^[28]。

在术后 1 个月, 该患者气管镜检查结果显示支气管吻合口周围狭窄。肺移植术后气道并发症严重影响肺移植受者的远期预后和临床结局, 术后最常见的气

表 1 文献报道的百草枯中毒肺移植受者的临床资料

Table 1 Clinical data of paraquat poisoning lung transplant recipients reported in the literature

研究者	年份	患者年龄 (岁)	术前肝 功能	术前肾 功能	中毒到移植 的时间 (d)	ECMO使用 时间 (d)	ECMO 方式	肺移植 类型	术后生存 时间
Matthew H, et al ^[4]	1968	15	异常	异常	6	— ^①	—	单肺	19 d
Cooke NJ, et al ^[12]	1973	18	异常	异常	10	—	—	单肺	12 d
未列出 ^[13]	1985	31	—	异常	19	14	V-V	双肺	110 d
Walder B, et al ^[14]	1997	17	—	异常	44	44	体外循环	单肺	>2年
Jiao GH, et al ^[15]	2014	24	稳定	稳定	56	44	V-V	双肺	>5年
Jiao GH, et al ^[15]	2018	45	稳定	稳定	38	38	V-V	双肺	>3年
Jiao GH, et al ^[15]	2020	38	稳定	稳定	27	27	V-A ^②	双肺	>7个月
Jiao GH, et al ^[15]	2021	30	稳定	稳定	28	28	V-V	双肺	>7个月
Tang X, et al ^[16]	2015	21	恢复	恢复	56	44	V-V	双肺	>1年
Jiang WZ, et al ^[17]	2019	26	—	—	58	35	V-V/V-A	双肺	>1年
Wu Y, et al ^[18]	2022	18	—	—	34	34	—	双肺	>1年

注：①—为文献未报道。
②V-A 为静脉-动脉。

道并发症为支气管狭窄^[29]。有研究表明，肥胖和术后接受 ECMO 是气道并发症的危险因素，在这种情况下需要密切监测^[30]。对于此类患者，要注意进行支气管镜检查来预防支气管狭窄的发生^[31]。

该患者在术后稳定恢复期出现血红蛋白水平持续下降，无任何临床症状，在诊断为过客淋巴综合征后，输注洗涤红细胞后恢复。过客淋巴综合征发生在 ABO 血型不匹配的器官移植过程中，从供者转移到受者循环的残留 B 淋巴细胞产生的抗体对抗受者的红细胞抗原，导致溶血^[32-33]。其通常为自限性疾病，严重的病例可以通过免疫抑制、血浆置换和红细胞置换来治疗^[34]。

本研究报道了 1 例 17 岁青少年百草枯中毒后接受肺移植手术并最终成功出院的个案。百草枯中毒后的肺移植可以在患者肝肾功能开始恢复的时候就进行，但中毒后的移植时机仍有争议，这必须进行更大规模的临床研究才能明确。百草枯中毒患者要及时诊断感染，并尽早开始有针对性的预防和治疗。早期康复训练对于此类患者的身体功能和生活质量均有积极影响。肺移植术后并发症如支气管狭窄等^[35-38]，需要及时解决，以提高肺移植受者的生存率。

参考文献:

[1] MAJIDI M. Therapeutic strategies in managing acute paraquat poisoning: a review study[J]. *Int J Med Toxicol Forens Med*, 2021, 11(3): 7. DOI: 10.32598/ijmtfm.v11i3.33633.

[2] KUMAR S, GUPTA S, BANSAL YS, et al. Pulmonary histopathology in fatal paraquat poisoning[J]. *Autops Case Rep*, 2021, 11: e2021342. DOI: 10.4322/acr.2021.342.

[3] 付国强, 王建宇, 姚家久, 等. 急性百草枯中毒患者血清程序性死亡因子 1 水平变化及与肺纤维化的相关性[J]. *中国医药*, 2021, 16(3): 369-372. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2021.03.012.

FU GQ, WANG JY, YAO JJ, et al. Changes of serum programmed death-1 level in patients with acute paraquat poisoning and its correlation with pulmonary fibrosis[J]. *China Med*, 2021, 16(3): 369-372. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2021.03.012.

[4] MATTHEW H, LOGAN A, WOODRUFF MF, et al. Paraquat poisoning--lung transplantation[J]. *Br Med J*, 1968, 3(5621): 759-763. DOI: 10.1136/bmj.3.5621.759.

[5] 刘明昭, 史灵芝, 杨航, 等. 肺移植术后气道吻合口狭窄的诊治进展[J]. *器官移植*, 2021, 12(5): 533-538. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2021.05.005.

LIU MZ, SHI LZ, YANG H, et al. Diagnosis and

- treatment progress on airway anastomotic stenosis after lung transplantation[J]. *Organ Transplant*, 2021, 12(5): 533-538. DOI: [10.3969/j.issn.1674-7445.2021.05.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-7445.2021.05.005).
- [6] SUKUMAR CA, SHANBHAG V, SHASTRY AB. Paraquat: the poison potion[J]. *Indian J Crit Care Med*, 2019, 23(Suppl 4): S263-S266. DOI: [10.5005/jp-journals-10071-23306](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23306).
- [7] CAO ZX, ZHAO Y, GAO J, et al. Comparison of severity index and plasma paraquat concentration for predicting survival after paraquat poisoning: a meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(6): e19063. DOI: [10.1097/MD.00000000000019063](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000019063).
- [8] EIZADI-MOOD N, JABERI D, BAROUTI Z, et al. The efficacy of hemodialysis on paraquat poisoning mortality: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Res Med Sci*, 2022, 27: 74. DOI: [10.4103/jrms.jrms_235_21](https://doi.org/10.4103/jrms.jrms_235_21).
- [9] REN W, CHEN Y, WANG Y, et al. Inhibitory effect of pirfenidone on pulmonary fibrosis in patients with acute paraquat poisoning[J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(11): 13192-13199.
- [10] 刘晓曼, 余厚友, 龚晓亮, 等. 连续性肾脏替代治疗联合血液灌流对急性百草枯中毒患者预后的影响及机制[J]. *贵州医科大学学报*, 2022, 47(12): 1416-1421, 1428. DOI: [10.19367/j.cnki.2096-8388.2022.12.009](https://doi.org/10.19367/j.cnki.2096-8388.2022.12.009).
- LIU XM, YU HY, GONG XL, et al. Effects of continuous renal replacement therapy combined with hemoperfusion on prognosis and cytokine levels of patients with acute paraquat poisoning[J]. *J Guizhou Med Univ*, 2022, 47(12): 1416-1421, 1428. DOI: [10.19367/j.cnki.2096-8388.2022.12.009](https://doi.org/10.19367/j.cnki.2096-8388.2022.12.009).
- [11] 蒲艳, 钟加菊, 彭建明, 等. 敌草快合并百草枯中毒的诊治体会[J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2022, 29(6): 737-739. DOI: [10.3969/j.issn.1008-9691.2022.06.021](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-9691.2022.06.021).
- PU Y, ZHONG JJ, PENG JM, et al. Experience in diagnosis and treatment of diquat and paraquat poisoning[J]. *Chin J Integr Tradit West Med Intensive Crit Care*, 2022, 29(6): 737-739. DOI: [10.3969/j.issn.1008-9691.2022.06.021](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-9691.2022.06.021).
- [12] COOKE NJ, FLENLEY DC, MATTHEW H. Paraquat poisoning. serial studies of lung function[J]. *Q J Med*, 1973, 42(168): 683-692.
- [13] Sequential bilateral lung transplantation for paraquat poisoning. a case report. The Toronto Lung Transplant group[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1985, 89(5): 734-742. DOI: [10.1016/S0022-5223\(19\)38729-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(19)38729-X).
- [14] WALDER B, BRÜNDLER MA, SPILIOPOULOS A, et al. Successful single-lung transplantation after paraquat intoxication[J]. *Transplantation*, 1997, 64(5): 789-791. DOI: [10.1097/00007890-199709150-00026](https://doi.org/10.1097/00007890-199709150-00026).
- [15] JIAO G, LI X, WU B, et al. Case report: delayed lung transplantation with intraoperative ECMO support for herbicide intoxication-related irreversible pulmonary fibrosis: strategy and outcome[J]. *Front Surg*, 2021, 8: 754816. DOI: [10.3389/fsurg.2021.754816](https://doi.org/10.3389/fsurg.2021.754816).
- [16] TANG X, SUN B, HE H, et al. Successful extracorporeal membrane oxygenation therapy as a bridge to sequential bilateral lung transplantation for a patient after severe paraquat poisoning[J]. *Clin Toxicol (Phila)*, 2015, 53(9): 908-913. DOI: [10.3109/15563650.2015.1082183](https://doi.org/10.3109/15563650.2015.1082183).
- [17] 蒋文中, 陈育全, 张伊莉, 等. 百草枯中毒肺移植一例报告并文献复习[J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2019, 37(4): 292-296. DOI: [10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2019.04.013](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2019.04.013).
- JIANG WZ, CHEN YQ, ZHANG YL, et al. Lung transplantation in patients with paraquat poisoning: a case report and literature review[J]. *Chin J Ind Hyg Occup Dis*, 2019, 37(4): 292-296. DOI: [10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2019.04.013](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2019.04.013).
- [18] WU Y, LI N, LI S, et al. Lung transplantation in a woman with paraquat poisoning that led to pulmonary fibrosis-widely reported by the media: a case report[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2022, 101(49): e32263. DOI: [10.1097/MD.00000000000032263](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000032263).
- [19] RODRIGUEZ-ANTONA C, SAVIEO JL, LAUSCHKE VM, et al. PharmVar GeneFocus: CYP3A5[J]. *Clin Pharmacol Ther*, 2022, 112(6): 1159-1171. DOI: [10.1002/cpt.2563](https://doi.org/10.1002/cpt.2563).
- [20] BIRDWELL KA, DECKER B, BARBARINO JM, et al. Clinical Pharmacogenetics Implementation Consortium (CPIC) guidelines for CYP3A5 genotype and tacrolimus dosing[J]. *Clin Pharmacol Ther*, 2015, 98(1): 19-24. DOI: [10.1002/cpt.113](https://doi.org/10.1002/cpt.113).
- [21] HESSELINK DA, BOUAMAR R, ELENS L, et al. The role of pharmacogenetics in the disposition of and response to tacrolimus in solid organ transplantation[J]. *Clin Pharmacokinet*, 2014, 53(2): 123-139. DOI: [10.1007/s40262-013-0120-3](https://doi.org/10.1007/s40262-013-0120-3).
- [22] LIAO M, WANG C, ZHANG M, et al. Insight on immune cells in rejection and infection postlung transplant[J]. *Immun Inflamm Dis*, 2023, 11(7): e868. DOI: [10.1002/iid3.868](https://doi.org/10.1002/iid3.868).
- [23] VILLALBA JA, CHEEK-NORGAN EH, JOHNSON TF, et al. Fatal infections differentially involve allograft and native lungs in single lung transplant recipients[J]. *Arch Pathol Lab Med*, 2023, DOI: [10.5858/arpa.2023-](https://doi.org/10.5858/arpa.2023-)

- 0227-OA [Epub ahead of print].
- [24] ZHOU WY, SHEN L, SHI JX, et al. Real-time, random-access organ screening for carbapenem-resistant organisms (CRO) reduces CRO-associated, donor-derived infection mortality in lung transplant recipients[J]. *Infection*, 2023, DOI: 10.1007/s15010-023-02089-6 [Epub ahead of print].
- [25] 孙小林. ICU 病人继发肺部感染的因素及防治[J]. *中外医疗*, 2009, 28(15): 25. DOI: 10.3969/j.issn.1674-0742.2009.15.014.
- SUN XL. Factors and prevention of secondary pulmonary infection in ICU patients[J]. *Chin Foreign Med Care*, 2009, 28(15): 25. DOI: 10.3969/j.issn.1674-0742.2009.15.014.
- [26] LANGER D, BURTIN C, SCHEPERS L, et al. Exercise training after lung transplantation improves participation in daily activity: a randomized controlled trial[J]. *Am J Transplant*, 2012, 12(6): 1584-1592. DOI: 10.1111/j.1600-6143.2012.04000.x.
- [27] ANDRIANOPOULOS V, GLOECKL R, BOENSCH M, et al. Improvements in functional and cognitive status following short-term pulmonary rehabilitation in COPD lung transplant recipients: a pilot study[J]. *ERJ Open Res*, 2019, 5(3): 00060-2019. DOI: 10.1183/23120541.00060-2019.
- [28] ABIDI Y, KOVATS Z, BOHACS A, et al. Lung transplant rehabilitation-a review[J]. *Life (Basel)*, 2023, 13(2): 506. DOI: 10.3390/life13020506.
- [29] WANG Z, ZHAO B, DENG M, et al. Utility and safety of airway stenting in airway stenosis after lung transplant: a systematic review[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2023, 10: 1061447. DOI: 10.3389/fmed.2023.1061447.
- [30] KIM HH, JO KW, SHIM TS, et al. Incidence, risk factors, and clinical characteristics of airway complications after lung transplantation[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 667. DOI: 10.1038/s41598-023-27864-1.
- [31] CRESPO MM. Airway complications in lung transplantation[J]. *J Thorac Dis*, 2021, 13(11): 6717-6724. DOI: 10.21037/jtd-20-2696.
- [32] TESHIGAWARA-TANABE H, HAGIHARA M, MATSUMURA A, et al. Passenger lymphocyte syndrome after ABO-incompatible allogeneic hematopoietic stem cell transplantation; dynamics of ABO allo-antibody and blood type conversion[J]. *Hematology*, 2021, 26(1): 835-839. DOI: 10.1080/16078454.2021.1986654.
- [33] MOOSAVI MM, DUNCAN A, STOWELL SR, et al. Passenger lymphocyte syndrome; a review of the diagnosis, treatment, and proposed detection protocol[J]. *Transfus Med Rev*, 2020, 34(3): 178-187. DOI: 10.1016/j.tmr.2020.06.004.
- [34] FUJIMOTO R, NAKAJIMA D, YUTAKA Y, et al. Long-term persisting donor-derived human leukocyte antigen antibody as a possible passenger lymphocyte syndrome following lung transplantation: a case report[J]. *Transplant Proc*, 2022, 54(7): 1913-1917. DOI: 10.1016/j.transproceed.2022.05.031.
- [35] RAZUK M FILHO, SANTOS SLD, REIS FPD, et al. Use of Octopus™ Tissue Stabilizer for minimal manipulation approach of bronchial anastomosis in lung transplant[J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2023, 38(6): e20220413. DOI: 10.21470/1678-9741-2022-0413.
- [36] VECCHIO M, KOUTSOKERA A, TOUILLOUX B, et al. Bronchial anastomosis dehiscence and stenosis caused by donor-transmitted mycoplasma hominis infection in a lung transplant recipient: case report and literature review[J]. *Transpl Infect Dis*, 2021, 23(2): e13475. DOI: 10.1111/tid.13475.
- [37] MUÑOZ-FOS A, MORENO P, GONZÁLEZ FJ, et al. Airway complications after lung transplantation-a contemporary series of 400 bronchial anastomoses from a single center[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(9): 3061. DOI: 10.3390/jcm12093061.
- [38] CHAMOGEORGAKIS T, MOQUIN K, SIMOFF M, et al. Repair of bronchial anastomosis following lung transplantation[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2022, 70(6): 527-530. DOI: 10.1055/s-0041-1723002.

(收稿日期: 2023-09-13)

(本文编辑: 林佳美 吴秋玲)