

· 论 著 ·

DOI: 10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2020.03.03

体外膜氧合在肺移植围术期应用的经验总结

郭锋伟, 刘锋锋, 李勇新, 郝军军, 王京玉, 闫 炆

[摘要]:目的 为探讨体外膜氧合(ECMO)在肺移植围手术期应用的临床效果。方法 收集本院 2017 年 8 月至 2019 年 12 月完成的肺移植病例,回顾性分析与总结在围手术期(术前、术中)使用 ECMO 辅助患者的临床资料以及 ECMO 插管方式、模式、辅助时间以及并发症等。结果 10 例肺移植患者在围手术期接受 ECMO 辅助,术前桥接过渡 2 例,术中支持 8 例;3 例静脉-动脉(V-A)模式,7 例静脉-静脉(V-V)模式(术前桥接过渡采用 V-V 模式 2 例),心脏骤停 2 例(麻醉中 1 例、术中 1 例);伤口愈合不良 1 例,二次 ECMO 上机 1 例,撤机率 100%,死亡 2 例。结论 ECMO 是肺移植手术围手术期过渡、术中支持的重要手段,具有很高的安全性以及有效性。

[关键词]: 体外膜氧合;肺移植;围手术期;辅助

Experience of perioperative extracorporeal membrane oxygenation support for lung transplantation

Guo Fengwei, Liu Fengfeng, Li Yongxin, Hao Junjun; Wang Jingyu, Yan Yang

Department of Cardiovascular Surgery, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China

Corresponding author: Yan Yang, Email: yyang376@126.com

[Abstract]: **Objective** We aimed to investigate the clinical effect of perioperative extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) support in lung transplantation patients. **Methods** We retrospectively analyzed clinical data of patients who underwent lung transplantation assisted by ECMO during perioperative period (preoperative and intraoperative) from August 2017 to December 2019, including cannulation approach, support mode, duration of ECMO and the associated complications. **Results** Ten cases of lung transplantation assisted by ECMO were completed in our hospital. Two cases were bridged to transplant(BTT), and 8 cases were supported intraoperatively. Among whom three cases were in V-A mode, and 7 cases in V-V mode. There were two cases of heart arrest (one during anesthesia and the other during the operation), one case of wound infection and one case of secondary ECMO support. The rate of successful ECMO withdrawal was 100%, while two patients died in the hospital. **Conclusion** ECMO support is an important perioperative treatment for lung transplantation, which has excellent safety and effectiveness.

[Key words]: Extracorporeal membrane oxygenation; Lung transplantation; Perioperative period; Assist

体外膜氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)是一项生命支持技术,可用于短期呼吸、循环衰竭患者的救治。肺移植(lung transplantation, LT)是治疗终末期肺部疾病的唯一方法,如:慢性阻塞性肺病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)、特发性肺纤维化(idiopathic pulmonary fibrosis, IPF)、矽肺等。目前,LT 患者围手术期管理仍然相当复杂,手术风险大,死亡率较高。近年来,随着 ECMO 技术的不断提高,ECMO 越来越广泛地应用于 LT 患者术前过渡桥接、术中与术后的心

肺支持^[1],降低了围手术期风险,提高了患者生存率。本研究回顾性分析了本院 LT 围手术期 ECMO 应用的临床资料,希望可以为临床提供一定帮助。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2017 年 8 月至 2019 年 12 月,本院共完成 17 例 LT 手术,其中 10 例围手术期患者接受了 ECMO 辅助,男性 9 例,女性 1 例,年龄在 54~77 岁,平均 65 岁。术前过渡桥接 2 例均为静脉-静脉(veno-venous, V-V)ECMO;术中支持 8 例,5 例为 V-V ECMO;3 例采用静脉-动脉(veno-artery, V-A)ECMO,这包括体外心肺复苏(extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, ECPR)后 LT 患者 1 例。

作者单位:710061 西安交通大学第一附属医院心血管外科

通讯作者:闫 炆,Email:yyang376@126.com

1.2 手术方法 术前过渡桥接患者:在重症监护室完成 V-V ECMO 辅助,维持生命体征平稳,待到手术时转至手术室。术中支持患者:常规取平卧位,麻醉插管,左侧颈内静脉置入深静脉导管;右侧颈内静脉较高位点穿刺置入 Swan-Ganz 导管,漂浮至左/右肺动脉,术中食道超声评估患者心脏功能,估测肺动脉压力决定 ECMO 模式(V-V 或 V-A),采用 Seldinger 穿刺法或切开法完成 ECMO 插管置入。ECMO 管路固定良好后采用 LT 常规体位实施手术。

1.3 ECMO 治疗方法 术前根据床旁心动超声、血气分析以及患者一般状态等评估;术中食道心动超声评估心功能以及 Swan-Ganz 导管评估肺动脉高压等。根据 LT 围手术期 ECMO 应用指南决定实施 ECMO 模式^[2]。常规普通肝素抗凝(100 U/kg),根据活化凝血时间(activated clotting time, ACT)调整肝素量,维持 ACT 在 180~200 s。ECMO 血流量为 2~3 L/min;动脉血氧分压(PaO₂)>70 mm Hg,动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)维持在 35~40 mm Hg 之间。采用保护性肺通气策略进行机械通气,潮气量 6~8 ml/(kg·min),呼吸频率 8~12 次/min,吸入氧浓度<0.60,气道峰压<25 cmH₂O,呼气末正压(positive end expiratory pressure, PEEP)维持在 6~8 cmH₂O。根据术中血气分析、血流动力学等因素,调整 ECMO 血流量与气流量。术后根据心脏超声、血气分析、胸片等综合评估患者心肺功能恢复的情况下撤除 ECMO。V-V ECMO 时,在较低的机械通气参数支持条件下,ECMO 氧浓度逐步减低氧浓度至 21%,患者氧合可以维持,血气分析满意时可考虑撤机。V-A ECMO 时,在应用小剂量血管活性药物的情况下血流量降至 1.5~2.0 L/min,患者的血流动力学稳定和氧合满意时可考虑撤机。

2 结果

2.1 患者一般基本资料 本院共完成 LT 围手术期 ECMO 辅助患者 10 例,肺部基础疾病包括:COPD 2 例,IPF 7 例、重叠综合征 1 例。男性 9 例/女性 1 例,年龄(65±7.6)岁,具体数据见表 1。

2.2 ECMO 治疗 术前过渡桥接 2 例患者,均采用 Seldinger 穿刺法实施 V-V ECMO 呼吸功能辅助。术中 8 例患者,3 例 V-A ECMO,1 例采用 Seldinger 穿刺法在右侧股动、静脉完成;2 例是股动、静脉切开完成(包括 1 例麻醉中出现心脏骤停,紧急切开放股动静脉完成 ECPR),5 例 V-V ECMO 仍采用穿刺法完成右侧股静脉-右侧颈内静脉置管。ECMO 管路选用:动脉插管 17 F (Maquet),静脉插管 21~23 F (Maquet);

表 1 患者基本临床资料(n=10)

项目	数据
男/女(n)	9/1
年龄(岁)	65±7.6
基础疾病	
糖尿病(n)	3
高血压(n)	4
脑血管疾病(n)	1
脑血管疾病(n)	4
肺部基础疾病	
COPD(n)	2
IPF(n)	7
重叠综合征(n)	1
射血分数(%)	60±21.8
肺动脉压力(mm Hg)	55.9±27.9
中~重度肺动脉高压(n)	4
心功能分级	
III级(n)	3
IV级(n)	7
LT 方式	
单肺(n)	6
双肺(n)	4
术前心脏骤停(n)	1
术中心脏骤停(n)	1
呼吸机时间(h)	134(38~651)
ICU 停留时间(d)	12(5~36)
并发症	
伤口愈合不良(n)	1
脑梗塞(n)	1
重度昏迷(n)	1
多器官功能衰竭(n)	2
二次开胸止血(n)	2
出院病例(n)	8
死亡病例(n)	2

V-A ECMO 下肢侧枝分流 2 例,未行侧枝分流 1 例。围手术期超声评估下肢缺血、肿胀等情况见表 2。

2.3 ECMO 相关并发症 10 例 LT 患者在围手术期接受 ECMO 支持,9 例患者常规肝素抗凝治疗,4 例膜肺出现血栓,5 例膜肺未见血栓;离心泵均未见血栓形成;1 例患者因便血,采用 ECMO 无肝素抗凝,膜肺两侧可见少许血栓形成,但离心泵未见明显血栓形成;1 例 V-A ECMO 切开患者出现伤口愈合不良;脑梗塞 1 例,重度昏迷 1 例,多器官衰竭 2 例,二

表 2 ECMO 相关数据 (n=10)

项目	数据
V-V/V-A ECMO 模式 (n)	7/3
ECMO 辅助时间 (h)	47.5 (10~594)
术前过渡 (n)	2
术中支持 (n)	8
常规辅助 (n)	7
紧急 ECPR (n)	1
ECMO 切开/穿刺置管方式 (n)	2/8
ECMO 管路预充	
2 U 红细胞 (n)	2
200 ml 血浆 (n)	1
40 g 白蛋白 (n)	2
首次 ECMO 撤机率 (%)	90
总 ECMO 撤机率 (%)	100

次开胸止血 2 例。1 例 ECPR 患者术后撤机, 出现呼吸循环衰竭再次行 V-A ECMO 辅助。10 例患者均未出现 ECMO 相关肝肾功能损害。此外, 未见血液预充与蛋白预充相关感染并发症。

3 讨论

近年来 ECMO 应用技术不断提高, 在临床上越来越广泛应用。LT 是终末期肺部疾病治疗的主要措施。目前 LT 广泛开展的瓶颈就是供体短缺, 多数患者在等待过程中失去了宝贵的生命。目前, ECMO 作为 LT 围手术期的“移植桥梁”作用被广泛接受。Toyoda 等^[3]及 Inci^[4]报道 LT 过渡期 ECMO 使用率约为 3.4%~14%, 夏维等^[5]报道 LT 过渡期 ECMO 使用率约占 5.4%, 本院 ECMO 使用率约为 11.7% 明显高于国内水平, 可能原因与本院 LT 患者选择有关。2 例等待肺移患者出现呼吸衰竭, 机械通气无法满足氧供, 被迫接受 ECMO 呼吸支持, 2 例均顺利完成手术及顺利撤机, 这得益于本院较早开展了 ECMO 技术。术前过渡 ECMO 模式选择, Weig 等^[6]指出术前过渡患者采用 V-V ECMO 模式较 V-A ECMO 模式的生存率高, 本院 2 例患者均采用 V-V ECMO 模式, 2 例患者均采用镇静、阵痛的机械辅助状态, 主要受限于本院开展 LT 病例较少, 但是 Fuehner 等^[7]发现 LT 患者单纯清醒 V-V ECMO 支持较联合呼吸机辅助的患者术后 6 个月生存率更高, 清醒 ECMO 的优点已被临床医师逐渐认识, 主要是降低呼吸机依赖或其他呼吸机相关并发症的发生率^[8], 可以提高患者生存率, 这需要 ECMO 管理者扎实的临床经验与准确的病情判断。患者的肺动脉压力是 ECMO 模式的主要决定因素, 术前常

规心动超声, 术中食道超声与 Swan-ganz 导管可准确评估患者心脏功能与肺动脉压力。V-V ECMO 主要用于肺通气不足、弥散障碍导致的低氧血症或高碳酸血症; V-A ECMO 主要用于肺循环血管高阻力以及由此导致的严重血流动力学障碍^[2,9]。V-V ECMO 具有操作简单, 抗凝要求低, 安全更高, 并发症少等特点, 因此本院有 7 例患者采用 V-V ECMO 模式。

LT 患者围手术期出现心脏骤停风险较高, 需要 ECMO 急救团队全程监护。本院 1 例患者在麻醉过程中出现呼吸心跳骤停, 被迫紧急 ECPR 抢救, 同时冰帽降温, ECMO 降温以及给予甘露醇脱水等措施加强脑保护, 虽然顺利完成手术, 但患者仍然出现严重的脑部并发症。整个医疗团队对于紧急事件的处理需要进一步强化, 本院另 1 例患者采用“蚌壳式切口”实施双 LT, 术中出现心脏骤停。2019 版指南^[2]推荐术中出现循环衰竭时, 可将 V-V 模式改为中心插管 V-A 模式或 V-A-V ECMO (颈内静脉及股静脉引流、升主动脉灌注)。准确地评估患者手术风险至关重要。基础状态较差患者可先实施 ECMO 置管转机后再行麻醉; 术前已行 V-V ECMO 辅助, 若血流动力学不稳定则可直接改为外周 V-A 或者 V-A-V ECMO 模式。

ECMO 管路预充常见有晶体预充、血液预充以及预充添加液等。晶体预充液主要是 0.9% 生理盐水, 可快速完成管路预充, 缺点是血液稀释。血液预充包括红细胞以及血浆预充, 可以维持较高的血细胞比容, 但耗时、需要实验室检查以及可能传播疾病等缺点。虽然 Burnside 等^[10]研究发现体外循环预充白蛋白有利于血液浓缩, 但 ECMO 中预充白蛋白的应用优势尚无相关报道。本院逐步开展红细胞与白蛋白预充, 2 例用量分别是红细胞 2 U 和血浆 200 ml, 以减少血液稀释。白蛋白用量为 40 g, 这有利于患者术中血细胞比容和胶体渗透压的维持。当然, 红细胞、血浆以及白蛋白预充液是否降低患者 ECMO 辅助时间、呼吸机待机时间以及改善患者预后仍需要进一步临床验证。

ECMO 最常见的并发症是出血, 发生率可达 43%^[11]。本院有 2 例二次开胸止血的病例, 约占 20%, 发生在 ECMO 撤机后术后 (第 2 天和第 7 天), 可能与 ECMO 采用肝素抗凝有关。严密监测凝血指标, 维持活化凝血时间在 160~180 s, 甚至无肝素 ECMO 运转, 排除抗凝因素, 有利于医师手术与止血, 减少外科出血的风险^[12]。

总之, ECMO 对于 LT 患者无论在术前过渡还是

术中呼吸循环支持均是一种安全、有效的手段。完善的术前评估对于 ECMO 使用的时机与模式至关重要。采用红细胞、血浆、白蛋白等预充 ECMO, 可能对患者有利, 但需要临床研究进一步验证。本研究仅为单中心临床经验, 病例数有限, 具有一定局限性, 期望为临床工作提供一定帮助。

参考文献:

- [1] Hayanga JWA, Hayanga HK, Holmes SD, *et al.* Mechanical ventilation and extracorporeal membrane oxygenation as a bridge to lung transplantation; closing the gap[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2019, 38(10): 1104-1111.
- [2] 中华医学会器官移植学分会, 国家肺移植质量管理与控制中心. 肺移植围手术期体外膜肺氧合应用指南(2019 版)[J]. *器官移植*, 2019, 10(4): 402-409.
- [3] Toyoda Y, Bhama JK, Shigemura N, *et al.* Efficacy of extracorporeal membrane oxygenation as a bridge to lung transplantation [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2013, 145(4): 1065-1071.
- [4] Ilhan Inci, Stephanie Klinzing, Didier Schneider, *et al.* Outcome of extracorporeal membrane oxygenation as a bridge to lung transplantation: An institutional experience and literature review [J]. *Transplantation*, 2015, 99(8): 1667-1671.
- [5] 夏维, 许红阳, 毛文君, 等. ECMO 在肺移植患者术前过渡中的应用[J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30(12): 1167-1172.
- [6] Weig T, Irlbeck M, Frey L, *et al.* Parameters associated with

short- and midterm survival in bridging to lung transplantation with extracorporeal membrane oxygenation [J]. *Clin Transplant*, 2013, 27(5): E563-E570.

- [7] Fuehner T, Kuehn C, Hadem J, *et al.* Extracorporeal membrane oxygenation in awake patients as bridge to lung transplantation [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2012, 185(7): 763-768.
- [8] Langer T, Santini A, Bottino N, *et al.* "Awake" extracorporeal membrane oxygenation (ECMO): pathophysiology, technical considerations, and clinical pioneering [J]. *Crit Care*, 2016, 20(1): 150.
- [9] Hayanga JWA, Chan EG, Musgrove K, *et al.* Extracorporeal membrane oxygenation in the perioperative care of the lung transplant patient [J]. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*, 2020, 24(1): 45-53.
- [10] Burnside JL, Ratliff TM, Salvator A, *et al.* Albumin priming improves the efficiency of the Minntech HPH Jr. hemoconcentrator [J]. *Perfusion*, 2018, 33(7): 520-524.
- [11] Kulkarni T, Sharma NS, Diaz-Guzman E. Extracorporeal membrane oxygenation in adults: A practical guide for internists [J]. *Cleve Clin J Med*, 2016, 83(5): 373-384.
- [12] Tudorache I, Sommer W, Kuhn C, *et al.* Lung transplantation for severe pulmonary hypertension--awake extracorporeal membrane oxygenation for postoperative left ventricular remodeling [J]. *Transplantation*, 2015, 99(2): 451-458.

(收稿日期: 2020-02-24)

(修订日期: 2020-04-17)

(上接第 176 页)

- [1] 国家卫生健康委办公厅, 国家中医药管理局办公室. 新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版). 2020. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s7653p/202003/46c9294a7dfe4cef80dc7f5912eb1989.shtml>.
- [2] 江哲珍, 张祥翰, 宋丹. 1 例危重型新型冠状病毒肺炎病人应用体外膜肺氧合救治的护理 [J]. *全科护理*, 2020, 18(5): 570-572.
- [3] 叶卫国, 朱明丽, 胡伟航. 体外膜肺氧合支持下院际转运暴发性心肌炎患者 1 例及体会 [J]. *内科急危重症杂志*, 2017, 23(6): 515-518.
- [4] 张世新, 夏梅, 吴蔚, 等. 危重患者在体外膜肺氧合支持下院间转运的病例系列报道 [J]. *第三军医大学学报*, 2019, 41(1): 13-18.
- [5] Blakeman TC, Branson RD. Inter- and intra-hospital transport of the critically ill [J]. *Respir Care*, 2013, 58(6): 1008-1023.
- [6] 程周, 李斌飞, 廖小卒, 等. 体外膜肺氧合治疗难治性心源性休克的效果及其影响因素分析 [J]. *中国体外循环杂志*, 2017, 15(3): 159-162.
- [7] 李斌飞, 廖小卒, 程周, 等. 体外膜肺氧合在肺动脉栓塞中的应用 [J]. *中国体外循环杂志*, 2015, 13(3): 171-172.
- [8] 国家卫生健康委员会. 中华人民共和国国家卫生健康委员会公告. 2020. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s7916/202001/44a3b8245e8049d2837a4f27529cd386.shtml>.
- [9] 李春辉, 黄勋, 蔡虹, 等. 新冠肺炎疫情期间医疗机构不同区域工作岗位个人防护专家共识 [J]. *中国感染控制杂志*,

2020, 19(3): 199-213.

- [10] 侯晓彤, 刘锋, 章晓华, 等. 新型冠状病毒感染患者体外循环感染防控专家建议 [J]. *中国体外循环杂志*, 2020, 18(1): 1-2.
- [11] John A, Tomas ME, Hari A, *et al.* Do medical students receive training in correct use of personal protective equipment [J]? *Med Educ Online*, 2017, 22(1): 1264125.
- [12] Wong TW, Tam WW. Handwashing practice and the use of personal protective equipment among medical students after the SARS epidemic in Hong Kong [J]. *Am J Infect Control*, 2005, 33(10): 580-586.
- [13] Siu JY. Qualitative study on the shifting sociocultural meanings of the facemask in Hong Kong since the severe acute respiratory syndrome (SARS) outbreak: implications for infection control in the post-SARS era [J]. *Int J Equity Health*, 2016, 15: 73.
- [14] Tourtier JP, Forsans E, Leclerc T, *et al.* Acute severe asthma: performance of ventilator at simulated altitude [J]. *Eur J Emerg Med*, 2011, 18(2): 77-80.
- [15] Pan X, Qi JC, Long M, *et al.* New technique: Development of a large-scale isolation chamber system for the safe and humane care of medium-sized laboratory animals harboring infectious diseases [J]. *J Zhejiang Univ-Sci B*, 2010, 11(10): 771-778.

(收稿日期: 2020-04-02)

(修订日期: 2020-04-29)