

· 论 著 ·

# 序贯式双肺移植中应用体外循环经验探讨

徐凌峰, 李欣, 郭震, 朱金洪, 吴金宝, 刁文瑜, 钱金兰, 王华, 杨义斌

(上海市胸科医院体外循环室, 上海 200030)

**摘要:** 目的 总结体外循环(CPB)在序贯式双肺移植中应用经验。方法 对4例终末期肺疾病患者行CPB下序贯式双肺移植手术。CPB选用Medtronic全肝素涂层抗血浆渗漏膜肺及肝素涂层管道、变温器、离心泵头, 封闭式循环。维持ACT时间200~250s。CPB方式采用常温转流。结果 4例患者中有3例顺利脱离CPB, 转流时间为101~165min。1例因术后低氧和二氧化碳蓄积, 应用体外膜式氧合器(EMO), 历经67h, 死于多脏器功能衰竭。结论 转机时机、容量控制、流量调节和管路选用是CPB在双肺移植中成功关键。

**关键词:** 双肺移植; 体外循环; EMO

中图分类号: R654.1 文献标识码: A 文章编号: 1672-1403(2005)03-0167-03

## The Role of Cardiopulmonary Bypass in Bilateral Sequential Lung Transplantation

XU Ling-feng LIX Guo Zhen ZHU Jin-hong WU Jin-bao

DIAO Wen-yu QIAN Jin-lan WANG Hua YANG Yi-bing

(Department of Extracorporeal Circulation of Shanghai Chest Hospital,  
Shanghai 200030, China)

**Abstract** **OBJECTIVE** To summarize the clinical experience of cardiopulmonary bypass in bilateral sequential lung transplantation. **METHODS** 4 patients with end-stage lung disease underwent bilateral sequential lung transplantation in CPB. Heparin-bounded oxygenator, tubing and centrifugal pump. ACT were maintained between 200~250s. Stable hemodynamics and systemic oxygenation with normoemia were maintained throughout the operations. **RESULTS** 3 patients were survived. The durations of CPB were 101~165min. Another one was supported by EMO for 67h into the postoperative period because of hypoxemia and hypercarbonics. This patient was died from multi-organ failure during EMO. **CONCLUSION** The survival of bilateral sequential lung transplantation may be improved by active use of CPB support. The capacity and flow rate management are very important during CPB. It is necessary to use heparin-bounded extracorporeal system which decrease blood loss and transfusion requirement.

**Key words** Bilateral Sequential Lung Transplantation; Cardiopulmonary Bypass; EMO

自20世纪80年代初高效免疫抑制剂环孢素A问世以来, 移植手术进入一个新时期。近年来, 随着肺移植手术经验的不断积累, 移植术式日臻完善, 我国亦开始进入肺移植领域。上海市胸科医院从2002年11月至今共开展肺移植手术8例, 其中4例在体外循环(CPB)参与下行序贯式双肺移植术。

### 1 材料与方法

**1.1 一般资料** 4例患者中男性3例, 女性1例; 年龄33~69岁; 体重45~65kg。诊断为双肺弥漫

性肺间质纤维化2例, 双肺支气管扩张伴感染2例。

**1.2 手术方法** 4例患者均在双腔气管插管, 静脉吸入复合麻醉下行序贯式双侧肺移植。其中3例患者取仰卧位, 双侧前外切口, 从第4肋横断胸骨进胸。待乳内血管处理完毕后, 分别行双侧肺动脉阻断试验, 以决定移植顺序。第一侧肺移植完毕, 自升主动脉及右心房插管, 建立CPB后开放移植肺的肺动脉, 并予以通气, 遂进行第二侧肺移植。待第二侧移植肺肺动脉开放, 若体循环压力、肺动脉压、血气、电解质均在正常范围, 即可逐步减流量停体外循环, 鱼精蛋白中和, 止血关胸。停机时间视血流动力学状态而定。另1例行翻身双侧开胸, 在移植第2侧

肺 10min 时,发现气管插管内有液体溢出且血流动力学无法维持,紧急行股动静脉转流,术后转为体外膜肺氧合 (ECMO)。

**1.3 CPB 方法** CPB 选用 Medtronic 全肝素涂层抗血浆渗漏膜肺及肝素涂层管道、变温器、离心泵头,封闭式循环。预充液 800ml 乳酸林格氏液中加入 20g 白蛋白。体内肝素量为 100IU/kg 维持 ACT 时间 200~250s CPB 方式采用常温转流,流量控制在 1.8~2.0L/(m<sup>2</sup>·min),维持循环稳定和心脏跳动。使用封闭式循环系统过程中为防止进气,在系统管路中不进行采血及加药等操作。若需快速补容,可从氧和器动脉旁路端加压输液。转中药物和液体管理原则是量出为入,在保证有效循环稳定的基础上严格控制液体入量。转流期间,连续监测动静脉血氧饱和度 (SvO<sub>2</sub>)、平均动脉压 (MAP)、中心静脉压 (CVP)、肺动脉压 (PAP)、红细胞比积 (Hct),并进行血气分析和电解质监测

## 2 结 果

4 例患者中有 3 例顺利脱离 CPB 转流时间为 101~165min 转中 MAP 维持在 50~80mmHg CVP 3~6mmHg SvO<sub>2</sub> 60%~75%。转流期间 Hct 维持于 0.24~0.29 尿量为 100~800ml 转流前、中、后的血气见表 1。术后 24h 拔除气管插管,双移植肺功能良好。

另 1 例在手术完成试停 CPB 时发现患者很快出现低氧和二氧化碳蓄积状态,遂将 CPB 转为 ECMO。ECMO 期间血气电解质维持正常生理范围,但由于患者胸管和气管插管内均有持续性血性液体渗出,故有效循环血量需输入大量血制品和液体才得以维持。最终因双移植肺弥漫性肺水肿和渗出,导致不可逆严重肺实变而终止 ECMO,历时 67h 患者死亡。

## 3 讨 论

CPB 作为一门相对成熟技术已广泛应用于心血管外科,而在国内刚刚起步的肺移植领域中还处于探索阶段。

肺水肿是肺移植手术中常见并发症。除去外科

原因,如肺静脉吻合口狭窄、淋巴循环被阻断外,缺血再灌注损伤是造成肺水肿的主要原因<sup>[1,2]</sup>。再灌注致使氧自由基生成增多,作用于细胞膜发生脂质过氧化反应,所产生的趋化因子吸引大量白细胞进入肺内发生炎症反应,造成内皮细胞和肺实质损伤,导致肺毛细血管通透性增加,引起肺水肿。如果不借助 CPB,在移植第 2 侧肺时,刚植入的第 1 个肺被迫承担全身血液循环,为满足各脏器氧供需要加强机械通气,致使新移植肺遭受缺血再灌注损伤和机械通气损伤的双重打击,严重时对移植肺造成不可逆损害<sup>[3]</sup>。应用 CPB 控制性再灌注可以减轻再灌注损伤。3 例成功经验显示:当第 1 侧肺移植完毕后,先开始 CPB 再开放移植肺的肺动脉,不仅可以维持血流动力学稳定,而且在移植另一侧肺时,CPB 承担了一部分心排量,降低肺动脉压力,减轻移植肺负担,减少因机械通气所带来的肺损伤。移植肺既得到血供又得到休息,有利于肺功能恢复和结构的修复。一例双肺移植失败关键是丧失了应用 CPB 最佳时机<sup>[4]</sup>。移植第 2 侧肺时,当第 1 侧肺已出现严重肺水肿和气体交换障碍导致血流动力学紊乱时才紧急转机。此时缺血再灌注损伤已激活全身炎症反应,而它的瀑布效应又影响到第 2 侧移植肺功能,导致严重组织间隙水肿和肺泡水肿,手术失败<sup>[5]</sup>。

肺移植手术过程中,血流动力学管理和移植技术同等重要。机体循环稳定与心脏功能,外周血管阻力和血容量密切相关。而血容量是维持血流动力学稳定的基础,只有在此基础上,血管活性药物才能发挥作用。肺循环本身占据全身血容量的 8%~10% 约为 400~600ml 切除病肺后,移植肺在肺动脉刚开放时,会造成有效循环血量不足,血压波动和 SvO<sub>2</sub> 下降,全身各脏器处于缺血缺氧状态,严重时影响心、脑、肾功能<sup>[6]</sup>。预防性补充血容量,给机体一定容量储备,有利于移植肺动脉开放时循环稳定。但同时,由于刚植入的肺缺乏淋巴回流的自身调节作用,过量的容量负荷导致肺毛细血管静水压增高,液体渗透至肺间质而无法将之引出,产生肺水肿。因此术中液体管理以量出为入为原则,严格控制液体入量,给予血管活性药物,使有效循环血量能满足

表 1 3 例患者血气分析结果

时间	PaO <sub>2</sub> (mmHg)	PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	pH	BE
转流前	216.7±37.27	78.75±13.94	7.43±0.96	3.75±0.06
转流中	244.75±46.94	52.5±6.45	7.42±0.11	0.5±1.73
转流后	210.75±21.65	39.5±4.2	7.39±0.06	-0.37±0.06

机体基础灌注需要。为防止血管外肺水增多,需维持较高胶体渗透压,此时快速扩容可补充全胶体。我们的方法是在肺动脉开放时,给予 500~800ml 人工胶体、血浆或全血(视 Hct 而定),并调整血管活性药物,直至循环稳定。

移植后的肺丧失支气管循环,血供主要来源于肺循环。因此,双肺移植中 CPB 引流量不宜过大导致肺缺血。它的作用是控制性灌注,承担部分心排量。目的是让移植肺既得到营养又减少做功,降低再灌注损伤程度,迅速恢复肺功能。3 例成功双肺移植,CPB 流量均控制在  $1.8 \sim 2.0 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ ,保证血流动力学稳定基础上,给予移植肺一定的营养血流。

近年来随着肝素表面涂层技术的应用,CPB 管路生物相容性大为改善,在 CPB 中可以少用甚至不用肝素。有实验证实,肝素化管路在 24h 内可充分保护血小板和凝血因子<sup>[7]</sup>。由于双肺移植手术创面大,粘连严重,术中和术后大量出血是棘手问题。在 CPB 中应用全肝素涂层管路、膜肺、离心泵,只需少量肝素,将 ACT 控制在 200~250s 之间,可大大减少渗血,降低血制品的输入量,维持循环稳定。另一方面,肝素涂层管路生物相容性好,膜肺具有抗血浆渗漏特点,因此适于 ECMO<sup>[8]</sup>。4 例双肺移植中有 1 例因移植后患者即出现低氧和二氧化碳蓄积,遂行 ECMO 支持。历经 67h,整套 CPB 管路运转情况良好,未出现低氧和血浆渗漏现象。

CPB 在双肺移植中取得初步成效,技术成功在

于转机时机、容量控制、流量调节和管路选用。而移植组各部门积极配合,以科学态度解决问题更是成功关键。

## 参考文献:

- [1] Ardehali A, Laks H, Russell H, *et al.* Modified reperfusion and ischemia-reperfusion injury in human lung transplantation [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126(6): 1929-1934.
- [2] Fiser SM, Kron IL, Long SM, *et al.* Controlled perfusion decreases reperfusion injury after high-flow reperfusion [J]. *J Heart Lung Transplant*, 2002 21(6): 687-691.
- [3] Lick SD, Brown PS Jr, Korusz M, *et al.* Technique of controlled reperfusion of the transplanted lung in humans [J]. *Ann Thorac Surg* 2000 69(3): 910-912.
- [4] 李欣,徐凌峰,王华等.体外膜肺氧合在双肺移植围术期应用报告 [J]. *中国体外循环杂志*, 2003 1(3): 174-177.
- [5] Willen JB, Bouke GH, Bert GL, *et al.* Survival benefit of cardiopulmonary bypass support in bilateral lung transplantation for emphysema patients [J]. *Transplantation* 2002 73(10): 1621-1627.
- [6] Hložek CG, Smedira NG, Kirby TJ. Cardiopulmonary bypass (CPB) for lung transplantation *Perfusion* 1997 12(2): 107-112.
- [7] Ko WJ, Chen YS, Lee YC. Replacing cardiopulmonary bypass with extracorporeal membrane oxygenation in lung transplantation operations [J]. *Artif Organs* 2001 25(8): 607-612.
- [8] Bryan FM, Thoma FMS, Scott H, *et al.* Selective use of extracorporeal membrane oxygenation is warranted after lung transplantation [J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2000 120(1): 20-28.

(接第 181 页)

2.5 血液可以在一个完全封闭的系统内循环,避免了现有血泵开放循环可能出现血液打空的缺点。

2.6 连接和操作简便化,减少了体外循环工作人员的负担。

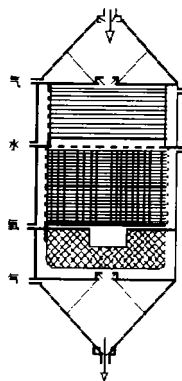


图 1

2.7 气动压力切换和频率大小可利用心电控制,增加了辅助循环的安全性。

2.8 这一技术(专利号: ZL99123971.7)的应用,可以大幅度地降低体外循环成本。

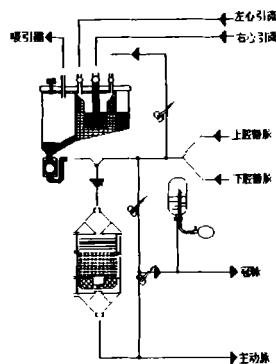


图 2