

# 肺移植麻醉 330 例临床分析

胡春晓<sup>1</sup>, 陈静瑜<sup>2</sup>, 王志萍<sup>1</sup>, 王桂龙<sup>1</sup>, 吴金波<sup>1</sup> (1. 南京医科大学附属无锡市人民医院麻醉科, 江苏 无锡 214023; 2. 南京医科大学附属无锡市人民医院肺移植科, 江苏 无锡 214023)

**【摘要】 目的** 总结肺移植麻醉期间肺隔离技术、麻醉管理及体外膜肺氧合 (ECMO) 的应用价值。**方法** 收集无锡市人民医院 330 例肺移植受者的临床资料, 年龄 ( $51.4 \pm 9.6$ ) 岁, ASA 分级Ⅲ或Ⅳ级。所有受者术前均需卧床接受吸氧治疗, 其中包括 6 例气管切开和 12 例气管插管呼吸支持患者。入室后常规给予静脉注射咪达唑仑  $0.05 \sim 0.1$  mg/kg、芬太尼  $4 \mu\text{g/kg}$ 、依托咪酯  $0.2 \sim 0.4$  mg/kg 及维库溴铵  $0.1$  mg/kg 后, 行气管内插管。气管导管根据手术需要分别选择双腔支气管导管、单腔双囊气管 (Univent 导管) 导管或支气管阻塞器。通气方式均采用压力控制, 根据受者血气指标及生命体征调节通气参数, 必要时行手控通气。对于术中不能耐受单肺通气或心功能异常的患者给予 ECMO 辅助。**结果** 132 例单肺移植患者中, 121 例应用非术侧双腔支气管导管; 3 例术前气管切开患者和 6 例术前气管插管给予呼吸支持患者应用支气管阻塞器; 2 例因身材矮小而应用 Univent 导管。198 例双肺移植中, 187 例应用左侧双腔支气管导管, 其中 5 例术中因手术操作刺破套囊而更换导管, 7 例在吻合左侧支气管时退管; 6 例应用 Univent 导管; 5 例应用支气管阻塞器。5 例支气管扩张患者和 3 例特发性肺纤维化 (IPF) 患者在麻醉诱导后出现痰液阻塞, 经处理后 4 例好转, 1 例因持续低氧血症而死亡; 共 148 例术中应用 ECMO, 包括肺动脉高压 69 例; 心功能不全 17 例; 低氧血症 57 例; 高碳酸血症 5 例。133 例术毕即刻撤除 ECMO, 15 例因血流动力不稳定、氧合差, 术后继续使用 ECMO。**结论** 合理应用肺隔离技术是完成肺移植麻醉的前提; 对围麻醉期受者的呼吸和循环进行有效地管理, 是确保手术麻醉成功的基础; ECMO 是肺移植术中心肺辅助的有效手段, 可提高肺移植手术的麻醉成功率。

**【关键词】** 肺移植; 体外膜肺氧合; 单肺通气

## Clinical analysis of 330 cases in lung transplantation anesthesia

Hu Chunxiao<sup>1</sup>, Chen Jingyu<sup>2</sup>, Wang Zhiping<sup>1</sup>, Wang Guilong<sup>1</sup>, Wu Jinbo<sup>1</sup>. 1. Anesthesia Department, Wuxi People's Hospital, Nanjing Medical University, Wuxi 214023, China; 2. Lung Transplantation Center, Wuxi People's Hospital, Nanjing Medical University, Wuxi 214023, China

Corresponding author: Chen Jingyu, Email: chenjingyu333@sina.com

**【Abstract】 Objective** To summary the application value of pulmonary sequestration, anesthesia management and extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) during lung transplantation anesthesia. **Methods** Clinical data of 330 cases of lung transplant recipients were collected, age  $51.4 \pm 9.6$  years old, ASA grade Ⅲ or Ⅳ. All patients were treated with preoperative oxygen clinotherapy, including 6 cases with tracheotomy and 12 cases with tracheal intubation and respiratory support. During the surgery, all patients were treated by intravenous injection of midazolam  $0.05\text{--}0.1$  mg/kg, fentanyl  $4 \mu\text{g/kg}$ , etomidate  $0.2\text{--}0.4$  mg/kg and vecuronium  $0.1$  mg/kg. A double lumen bronchial tube, a single chamber double balloon catheter (Univent tube) or a bronchial obstruction was selected according to the need of

operation. Ventilation mode was used in pressure control, and the parameters were adjusted according to the blood gas index and vital signs, manual ventilation if necessary. ECMO was used in patients who could not tolerate single lung ventilation and cardiac dysfunction during surgery. **Results** 132 patients underwent single lung transplantation patients, 121 of them were treated with non operative side double lumen bronchial tube ; 3 patients were treated with tracheotomy before operation and 6 cases were treated with bronchial obstruction. 2 of them were treated with short stature and Univent tube. There were 198 patients underwent bilateral lung transplantation, 187 cases of them applied the left double lumen endobronchial tube, among which 5 cases replaced the tube due to surgical operation punctured the cuff, 7 cases applied the left bronchial anastomosis return tube ; 6 patients underwent Univent tube ; 5 cases used endobronchial blocker. 5 cases of bronchiectasis patients and 3 idiopathic pulmonary fibrosis (IPF) patients had sputum obstruction after induction of anesthesia, 4 cases turned better after treatment, 1 case died due to continuous hypoxemia. ECMO was used in 148 cases, including 69 cases of pulmonary hypertension, 17 cases of cardiac insufficiency, 57 cases of hypoxia and 5 cases of hypercapnia. 133 cases immediately removed ECMO after surgery, 15 patients continued to use ECMO due to the hemodynamic instability and poor postoperative oxygenation. **Conclusion** Rational application of pulmonary sequestration technology is the premise of the completion of lung transplantation anesthesia ; The effective management of respiratory and circulation in the patients during the perioperative period is the basis of ensuring the success of operation ; ECMO is an effective method for lung transplantation, which can improve the success rate of anesthesia in lung transplantation.

**【Key words】** Lung transplantation ; Extracorporeal membrane oxygenation ; Single lung ventilation

肺移植是终末期肺病的有效治疗手段,受者移植术后可长期存活,生活质量得到改善。自 2002 年 9 月至 2014 年 10 月,无锡市人民医院共完成了肺移植麻醉 330 例,现结合临床资料,对肺移植麻醉的肺隔离技术、围麻醉期处理、体外膜肺氧合的应用探讨如下。

## 1 临床资料

**1.1 一般资料 :** 自 2002 年 9 月至 2014 年 10 月, 本院共完成肺移植 330 例 ( 男性 234 例, 女性 96 例 ), 年龄 15 ~ 74 岁, 平均 ( 51.4 ± 9.6 ) 岁。ASA 分级 III 或 IV 级。患者原发疾病情况见表 1。所有受者术前均需卧床吸氧治疗, 其中包括 6 例气管切开患者和 12 例气管插管呼吸支持患者 ; 肺功能为中、重度阻塞性通气功能障碍的患者有 89 例, 143 例为中、重度限制性通气功能障碍, 53 例为混合性通气功能障碍, 45 例患者因无法脱离吸氧机而未进行通气功能检查。血气分析结果显示, 受者动脉血氧分压 ( PaO<sub>2</sub> ) 为 ( 62.3 ± 18.5 ) mmHg ( 1 mmHg = 0.133 kPa ), 动脉血二氧化碳分压 ( PaCO<sub>2</sub> ) 为 ( 69.5 ± 23.6 ) mmHg。术前心脏彩色超声检查显示, 7 例受者肺动脉平均压小于 30 mmHg, 107 例为

30 ~ 50 mmHg, 176 例为 51 ~ 70 mmHg, 47 例大于 70 mmHg。79 例患者左心室射血分数 ( LVEF ) 小于 55%, 202 例为 56% ~ 65%, 49 例大于 66%。

表 1 原发疾病类型

原发病	例数 ( 例 )
特发性肺间质纤维化	146
慢性阻塞性肺疾病	77
职业性尘肺	22
支气管扩张	34
先天性心脏病房、室间隔缺损合并艾森曼格综合征	6
肺结核	4
特发性肺动脉高压	8
肺淋巴管平滑肌瘤病	12
原发性肺泡细胞癌	1
闭塞性细支气管炎	8
间质性肺炎	11
肺泡蛋白沉积症	1

**1.2 麻醉方法及管理 :** 入室后常规监测心电图 ( ECG )、心率 ( HR ) 和血压 ( BP )。麻醉诱导 : 静脉注射咪达唑仑 0.05 ~ 0.1 mg/kg、芬太尼 4 μg/kg、依托咪酯 0.2 ~ 0.4 mg/kg 及维库溴铵 0.1 mg/kg 后, 行气管内插管, 连接呼吸机, 行机械通气。气管导

管根据手术需要分别选择双腔支气管导管、单腔双气囊气管导管 (Univent 导管) 或支气管阻塞器。麻醉维持: 静脉输注异丙酚  $0.03 \sim 0.05 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ 、维库溴铵  $1 \sim 2 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ , 间断静脉注射芬太尼。术中连续监测 ECG、呼吸末二氧化碳分压 (PetCO<sub>2</sub>)、脉搏血氧饱和度 (SpO<sub>2</sub>)、肺动脉收缩压 (SPAP)、平均肺动脉压 (MPAP)、肺动脉压 (PAWP)、心排指数 (CI)、心排出量 (CO)、氧饱和度 (SO<sub>2</sub>)、PaO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、潮气量 (VT)、呼吸频率 (RR)、呼吸末正压通气 (PEEP)、气道峰压 (Ppeak)、气道阻力 (Raw)、动态胸肺顺应性 (Cdyn) 及氧合指数等指标。通气方式均采用压力控制, 呼吸机参数设置如下: P<sub>insp</sub> (吸气压力) 为  $18 \sim 30 \text{ cmH}_2\text{O}$  ( $1 \text{ cmH}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$ ),  $f$  (呼吸频率) 为  $12 \sim 16 \text{ 次}/\text{min}$ , T<sub>insp</sub> (吸气时间) 为  $1.5 \sim 2.5 \text{ s}$ 。根据血气指标及生命体征调节通气参数, 必要时行手控通气。对于术中不能耐受单肺通气或心功能异常的患者给予体外膜肺氧合 (ECMO) 辅助。

**1.3 手术方式及循环支持:** 330 例肺移植患者中, 单肺移植 132 例, 双肺移植 198 例。其中, 177 例受者在非体外循环下完成肺移植手术; 5 例 (双肺 1 例, 单肺 4 例) 在体外循环 (CPB) 支持下完成肺移植; 148 例患者在 ECMO 辅助下完成肺移植。

**1.4 统计学分析:** 采用 SPSS15.0 进行统计分析。

## 2 结果

**2.1 术中气道管理及麻醉处理:** 132 例单肺移植患者中, 121 例应用非术侧双腔支气管导管; 3 例术前气管切开患者和 6 例术前气管插管给予呼吸支持患者均应用支气管阻塞器; 2 例患者因身材矮小而应用 Univent 导管。198 例双肺移植患者中, 187 例应用左侧双腔支气管导管, 其中 5 例因手术操作刺破套囊原因而更换导管, 7 例在吻合左侧支气管时退管; 6 例应用 Univent 导管; 5 例 (2 例术前气管切开患者和 3 例术前气管插管患者) 应用支气管阻塞器。

所有患者中, 5 例支气管扩张患者和 3 例特发性肺纤维化 (IPF) 患者在麻醉诱导后出现气道阻力增加, SO<sub>2</sub> 下降, 听诊两肺湿啰音, 气管镜检查

发现两侧支气管均被痰液阻塞, 给予吸痰后 4 例患者好转; 1 例因持续低氧血症而死亡; 57 例患者麻醉诱导后因低氧血症 [ $(62.4 \pm 6.5) \text{ mmHg}$ ] 不能耐受单肺通气而给予 ECMO 支持; 2 例患者在直接阻断肺动脉后出现心跳骤停, 其中 1 例经紧急 CPB 支持后继续手术并存活; 1 例因未能及时建立 CPB 而抢救无效死亡; 3 例患者因试阻断肺动脉后出现心律失常而给予 ECMO 支持; 1 例应用双腔支气管导管患者在吻合左主支气管时因导管影响手术操作而调整至右主支气管, 而后因导管移位出现气道阻力突然增大、氧饱和度下降, 经处理后恢复正常。其余患者麻醉过程顺利, 均顺利完成肺移植手术。

**2.2 ECMO 应用情况:** 148 例术中应用 ECMO 辅助的患者中包括 69 例肺动脉高压患者; 心功能不全 17 例; 低氧血症 57 例; 高碳酸血症 5 例。所有患者均顺利完成肺移植手术。133 例患者术毕即刻撤除 ECMO, 15 例患者因血流动力不稳定、氧合差, 术后继续使用 ECMO。

**2.3 肺移植疗效及死亡原因:** 术后早期死亡 25 例, 病死率为 7.5% ( $18/330$ ), 死亡原因包括肺部感染 13 例, 原发性移植物失功 10 例, 急性排斥反应 1 例, 肺梗死 1 例。对其他患者进行术后长期随访, 术后 1、2、3、5 年累积生存率分别是 73.3%、61.6%、53.5% 和 40.7%, 存活患者心肺功能及生存质量均良好。

## 3 讨论

需要进行肺移植的均为终末期肺疾病和严重呼吸衰竭的患者<sup>[1]</sup>。本研究中的病例术前均需吸氧、卧床, 部分患者甚至需给予呼吸机支持或 ECMO 辅助转流后才能维持生存。因此, 这些患者对麻醉、手术的耐受能力极差, 尤其在麻醉诱导、单肺通气和单侧肺动脉阻断时容易发生呼吸、循环功能衰竭。如何对围麻醉期患者的呼吸和循环进行有效的管理, 是麻醉医生不可回避的难题, 也是确保肺移植手术成功的前提。

**3.1 肺隔离技术的合理应用:** 与普通胸科手术相同, 完善的肺隔离技术是顺利完成肺移植手术的前提。除非患者需要运用 CPB, 否则单肺通气需要持

续到移植肺通气为止。单肺通气的技术包括插入双腔支气管导管、Univent 导管及支气管阻塞器。

Bernard 等<sup>[2]</sup>认为,肺移植手术中可使用左侧双腔支气管导管,因为右侧双腔管有可能阻塞右上肺叶的开口。而在进行左侧支气管吻合时,偶尔需要将插管退回来一些,但在大多数情况下,左侧双腔气管内插管没有任何问题<sup>[3]</sup>。应根据手术医师的手术方式和习惯而采取不同的单肺通气技术。对于单肺移植的患者来说,气管插管采用相对应的双腔管即可;而对于双肺移植尤其是非 CPB 下序贯式的双肺移植,插管方式的选择尤为重要,往往会因为通气不全或气道阻塞而导致麻醉意外的发生。本研究 187 例应用左侧双腔支气管导管行双肺移植的患者中,5 例因手术操作原因刺破套囊而更换导管;7 例在吻合左侧支气管时退管,其中 1 例因导管影响手术操作而调整至右主支气管,之后因导管移位而出现气道阻力突然增大、氧饱和度急剧下降。

无锡市人民医院肺移植中心在双肺移植时,一般根据患者身高、气管长度及手术方式进行评估,对身材矮小、上叶支气管开口距离隆突长度较短及分泌物较少的患者采用 Univent 导管或支气管阻塞器。本研究的病例中部分患者采用了 Univent 导管(6/198)或支气管阻塞器(5/198)进行单肺通气,效果良好。对于一些特殊患者如身材矮小等,麻醉前应对其肺隔离方法进行充分评估,Univent 导管或支气管阻塞器应是首选。Compos<sup>[4]</sup>报道了鼻插管和气管切开患者应用支气管阻塞器进行单肺通气。对于术前气管插管或气管切开的患者来说,应用支气管阻塞器有其特殊的优点:首先,可以避免麻醉诱导后更换导管,只要从气管导管或气管切开处放入阻塞器就可以达到满意的肺隔离效果;同时,此类患者术后存在呼吸机依赖的可能性,因此,手术结束后不用换管<sup>[5]</sup>,必要时放入阻塞器可以进行分侧肺通气。本研究中共有 8 例患者(单肺移植 2 例,双肺移植 6 例)使用 Univent 导管;14 例患者(单肺移植 9 例,双肺移植 5 例)使用支气管阻塞器,均顺利完成手术。

### 3.2 围麻醉期呼吸和循环管理:围麻醉期的呼吸

和循环管理是肺移植麻醉管理的难点。肺移植患者因体质差、长期卧床,常合并严重的肺部感染,因此,对患者进行麻醉诱导时,应注意缓慢、联合用药,在用药时要密切观察患者氧合和血流动力学变化。插管后应及时进行导管定位和气道清理,及时吸尽气道内分泌物。本研究中最初对 5 例支气管扩张患者和 3 例 IPF 患者麻醉诱导后,因其分泌物阻塞气道而导致严重低氧血症,在给予吸痰后 4 例好转,但 1 例因持续低氧血症而死亡。在以后的肺移植手术中,我们对有大量分泌物的患者均常规在坐位下先插单腔气管导管,然后在气管镜吸引下逐渐平卧甚至头低位吸净分泌物后再更换双腔支气管导管,获得了良好的治疗效果。

在受者麻醉诱导完毕后,应尽早行单肺通气,其目的是使机体逐渐适应单肺通气带来的改变,同时,在肺移植术前有足够的时间来判断单肺通气对呼吸和循环带来的影响<sup>[6]</sup>。对于不能耐受单肺通气的患者需及时应用 ECMO 辅助转流以完成手术。本研究中,57 例患者在麻醉诱导后单肺通气时因存在严重低氧血症而给予 ECMO 支持完成手术。

病肺切除和移植肺期间,手术侧肺动脉是需要夹闭的。在阻断一侧肺动脉后,肺动脉压会急剧升高而导致右心衰和血流动力学严重紊乱,甚至会导致心跳骤停<sup>[7]</sup>。因此,在切除病肺之前需试阻断肺动脉,以观察患者心功能和血流动力学变化,必要时给予循环支持。本研究中有 2 例患者在未试阻断肺动脉的情况下直接阻断肺动脉后出现心跳骤停,其中 1 例患者经紧急建立 CPB 支持后继续手术并存活,1 例因未能及时建立 CPB 而抢救无效死亡;另 3 例患者因试阻断肺动脉后出现心律失常而给予 ECMO 支持,效果满意。

移植肺开放时,麻醉医师在满足患者氧合的基础上应尽量减小移植肺的缺血/再灌注损伤。移植肺开放后会因血容量暂时性相对减少而出现血压下降,因此,移植肺开放之前提前应用或增加血管活性药物的剂量可以避免血流动力学的剧烈波动<sup>[8]</sup>。手术医师应在人为控制下逐步、缓慢地开放肺动脉,灌注移植肺,尽量减少对移植肺的损伤。



**3.3 ECMO 在肺移植中的应用：**在肺移植单肺通气过程中，所有患者都可能出现低氧血症、二氧化碳蓄积、肺动脉高压和心功能异常<sup>[9]</sup>。部分患者经处理后仍可在非 CPB 下完成肺移植手术<sup>[5]</sup>。但对于低氧血症和高碳酸血症加重不能耐受单肺通气的患者来说，给予 ECMO 辅助可有效改善氧合并排除 CO<sub>2</sub>。同时，ECMO 还可提供操作上的便利和更好的血流动力学稳定性。病肺切除和供肺移植期是肺移植手术期间机体血流动力学变化最剧烈的时期，除单肺通气外，还需夹闭肺动脉，这会进一步增加右心室的压力，同时肺动脉压力和肺通气阻力也会急剧上升<sup>[10-11]</sup>。为避免在阻断单侧肺动脉后肺动脉压急剧升高导致右心衰和血流动力学严重紊乱，运用 ECMO 辅助转流可有效降低肺动脉压力，改善氧合，维持血流动力学稳定。在序贯式双肺移植过程中，由于先植入的一侧肺再植入第二个肺的过程中承担了整个 CO。此时可能发生严重的组织间隙水肿和肺泡水肿，表现为肺动脉压升高和气体交换障碍。建立 ECMO 不仅有利于呼吸道管理，更可明显减轻第一侧肺移植肺的损伤，并维持血流动力学的稳定<sup>[12-13]</sup>。本研究中 69 例肺动脉高压术中应用 ECMO 辅助患者，术前肺动脉收缩压为 ( $9.2 \pm 2.4$ ) kPa，手术风险大。在术中使用 ECMO 转流后，有效地为肺动脉分流了心输出量，降低了肺动脉的灌注压力 ( $6.3 \pm 1.5$ ) kPa，尤其在阻断一侧肺动脉后有效地避免了因肺动脉压急剧升高而导致的右心衰竭和血流动力学严重紊乱，效果理想。本研究中另有 57 例和 17 例患者分别因术中不能耐受单肺通气和心功能异常而给予 ECMO 辅助转流，均取得满意的治疗效果。

移植肺开放时，由于肺动脉压力进一步下降，移植肺会因血流灌注的急剧增加而导致移植肺的急性损伤，因此，通过调节 ECMO 的流量可以在保证氧合的基础上尽量减少移植肺的缺血 / 再灌注损伤。本研究中 56 例术中 ECMO 辅助转流患者在移

植肺开放前均以 20 cmH<sub>2</sub>O 的气道压力持续膨胀移植肺，再以 50% 氧、5 cmH<sub>2</sub>O 的 PEEP，气道峰压维持在 20 ~ 25 cmH<sub>2</sub>O，在增大 ECMO 流量的基础上，逐步开放肺动脉，灌注移植肺<sup>[12]</sup>。移植肺开放后，由于 ECMO 的保护作用，因而采用了小潮气量、低气道压、适度的高 CO<sub>2</sub> 血症的通气方法，尽量使用较低浓度的氧和吸气压力以满足患者氧供，避免机械通气引起的气道损伤，效果理想。

### 参考文献

- [1] 刘东,陈静瑜. 糖皮质激素在肺移植中的临床应用[J/CD]. 实用器官移植电子杂志,2014,2(2):87-89.
- [2] Bernard Baez, Maria Castillo. Anesthetic considerations for lung Transplantation [J]. Semin Cardiothorac Vasc Anesth,2008,12(2):122-127.
- [3] Miranda, Zink, McSweeney. Anesthesia for Lung Transplantation [J]. Semin Cardiothorac Vasc Anesth,2005,9(3) 205-212.
- [4] Compos. Lung isolation techniques for patients with difficult airway [J]. Curr Opin Anaesthesiol,2010,23(1):12-17.
- [5] Brodsky. Lung separation and the difficult airway [J]. Br J Anaesth,2009,103 Suppl 1:166-175.
- [6] 胡春晓,张建余,朱艳红,等. 非体外循环下序贯式双肺移植的麻醉处理[J]. 中华器官移植杂志,2006,27(2):78-80.
- [7] 胡春晓,王志萍,陈静瑜,等. 体外膜肺氧合用于肺移植术患者围术期的效果[J]. 中华麻醉学杂志,2011,31(4):504-505.
- [8] 胡春晓,王雁娟,王谦,等. 肺移植麻醉中血流动力学监测的临床研究[J]. 临床麻醉学杂志,2010,26(11):950-952.
- [9] 徐美英,陈蕾,吴东进,等. 双肺移植手术的麻醉管理[J]. 临床麻醉学杂志,2005,21(9):56-57.
- [10] 胡春晓,郑明峰,王雁娟,等. 体外膜肺氧合在临床肺移植中的应用[J]. 中华器官移植杂志,2011,32(10):611-613.
- [11] Puri V, Epstein D, Raithel SC, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation in pediatric lung transplantation [J]. J Thorac Cardiovasc Surg,2010,140(2):427-432.
- [12] 胡春晓,胡毅平,张建余,等. 体外膜肺氧合在肺移植麻醉中的应用[J]. 国际麻醉学与复苏杂志,2009,30(2):103-105.
- [13] Pereszlenyi A, Lang G, Steltzer H, et al. Bilateral lung transplantation with intra and postoperative prolonged ECMO support in patients with pulmonary hypertension [J]. Eur J Cardiothorac Surg,2002,21(5):858-863.

(收稿日期:2015-09-22)