

# 非体外循环下序贯式双肺移植的麻醉处理

胡春晓 张建余 朱艳红 张渊 秦钟 姚敏 顾美蓉 张兆平 陈静瑜

【摘要】 目的 探讨终末期肺病患者在非体外循环下进行序贯式双肺移植中的麻醉处理方式和注意事项。方法 2 例重度肺功能减退合并呼吸机依赖的终末期肺气肿患者和 1 例支气管扩张患者, 手术均为非体外循环下序贯式双肺移植。麻醉诱导常规采用咪唑安定  $0.05 \sim 0.1 \text{ mg/kg}$ 、芬太尼  $4 \mu\text{g/kg}$ 、依托咪酯  $0.2 \sim 0.4 \text{ mg/kg}$  及维库溴胺  $0.1 \text{ mg/kg}$  等药物; 术中麻醉维持以静脉持续泵注异丙酚  $0.03 \sim 0.05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  和维库溴胺  $1 \sim 2 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。术中严密监测各项生命体征, 根据血气指标及生命体征调节机械通气参数, 必要时行手控通气。结果 3 例患者手术过程较为顺利, 分别于术后 6、11、10 d 脱离呼吸机。术后肺功能明显改善, 分别于术后第 41、67、30 d 出院。结论 充分的术前准备, 合适的麻醉诱导和维持, 术中全面的监测和术中对移植肺的保护等措施, 是肺移植成功的关键因素之一。序贯式双肺移植术中应尽可能不使用体外循环。

【关键词】 肺移植; 体外循环; 麻醉

**Anesthetic management for bilateral sequential single-lung transplantation without cardiopulmonary bypass** HU Chun-xiao, ZHANG Jian-yu, ZHU Yan-hong, et al. Department of Anesthesiology, Wuxi No. 5 Hospital, Wuxi Pulmonary Hospital, Wuxi 214073, China

【Abstract】 **Objective** To discuss the management of anesthesia for bilateral sequential single lung transplantation for end-stage pulmonary disease without cardiopulmonary bypass. **Methods** Two cases of end-stage emphysema of pulmonary function with severe deterioration and ventilator-dependence preoperatively, and 1 case of bronchiectasis were subjected to bilateral sequential single lung transplantation without cardiopulmonary bypass. Anaesthetic induction was performed by midazolam ( $0.05 \sim 0.1 \text{ mg/kg}$ ), fentanyl ( $4 \mu\text{g/kg}$ ), etomidate ( $0.2 \sim 0.4 \text{ mg/kg}$ ) and vecuronium ( $0.1 \text{ mg/kg}$ ). Propofol ( $0.03 \sim 0.05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) and vecuronium ( $1 \sim 2 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) were administered for anaesthetic maintenance. **Results** The operation procedures of 3 cases were successful and the recipients were weaned from ventilator on the day 6, 11 and 10 after operation, respectively. The lung function was improved significantly, and they were discharged from hospital on the day 41, 67 and 30 postoperatively. **Conclusions** Successful anesthesia for bilateral sequential lung transplantation was related with such factors: perfect pre-anaesthetic preparation, suitable induction and maintenance of anesthesia, the universal monitoring during surgery, stabilization of hemodynamics and adequate protection of allograft. Cardiopulmonary bypass should not be used as possible in anesthesia for bilateral sequential single-lung transplantation.

【Key words】 Lung transplantation; Extracorporeal circulation; Anesthesia

我院于 2002 年 9 月 28 日成功地完成首例单肺移植治疗终末期肺气肿。在积累了 10 余例临床单肺移植的基础上, 于 2004 年 12 月至 2005 年 3 月成功地完成了 3 例非体外循环下序贯式双肺移植, 现将术中有关麻醉管理报告如下。

## 资料与方法

1. 一般资料: 3 例终末期肺病患者, 男性 2 例,

女性 1 例, 平均年龄 47 岁; 其中肺气肿 2 例, 双肺支气管扩张 1 例。术前有 2 例患者分别于鼻插管及气管切开下行机械通气 120 和 107 d。术前检查: 所有患者均有贫血。病例 1、2 超声心动图呈中度肺动脉高压, 肺动脉平均压为  $47 \text{ mm Hg}$ , 血气分析表现为高碳酸血症。病例 2 心电图检查为完全性右束支传导阻滞、部分 ST 段改变; 痰培养为铜绿假单胞菌十。病例 3 肺功能检查呈混合性通气功能障碍。病例 1、2 因无法脱离氧气有些检查未能进行。

患者了解手术经过及术后注意事项; (2) 营养支持疗法; (3) 加强呼吸道管理, 合理使用抗生素及呼吸道雾化吸入; (4) 指导呼吸功能锻炼。

3. 麻醉诱导及术中维持: 常规采用咪唑安定 0.05 ~ 0.1 mg/kg、芬太尼 4  $\mu$ g/kg、依托咪酯 0.2 ~ 0.4 mg/kg 及维库溴胺 0.1 mg/kg 诱导, 肌肉松弛后行气管内插管。术中麻醉维持以静脉持续泵注异丙酚 0.03 ~ 0.05 mg  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>  $\cdot$  min<sup>-1</sup>、维库溴胺 1 ~ 2  $\mu$ g  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>  $\cdot$  min<sup>-1</sup>, 间断静脉注射芬太尼。

4. 术中监测: 所有患者常规监测心电图、有创动脉压、血氧饱和度、呼气末二氧化碳、呼吸力学、肺动脉压、中心静脉压、持续心排量、血气分析、生化和尿量等。

5. 机械通气及气道管理: 气管插管均选择双腔支气管插管。麻醉插管后连接 Drug Evta4 呼吸机行机械通气。通气方式均采用压力控制, 参数设置如下: P<sub>insp</sub> (吸气压力) 为 18 ~ 30 cm H<sub>2</sub>O, f (呼吸频率) 为 12 ~ 16 次/min, T<sub>insp</sub> (吸气时间) 为 1.5 ~ 2.5 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。

6. 手术方式: 手术均为双侧前胸切口非体外循环下序贯式双侧单肺移植。根据术中麻醉、单肺通气、血气及血流动力学监测情况, 均选择在右侧单肺通气情况下行左侧病肺切除, 完成左肺移植; 然后在移植的左单肺通气情况下, 切除右侧病肺, 完成右肺移植。解剖游离受者的病肺及供肺移植时行单肺通气, 移植后、试开放前恢复双肺通气, 移植肺给予 5 ~ 8 cm H<sub>2</sub>O 呼气末正压通气。

7. 术中液体控制及药物治疗: 控制液体入量, 成分以胶体液为主。在保证循环功能稳定的基础上, 在术中力争达到体液的负平衡。术中输血以红细胞悬液为主, 并辅以血浆。所有患者术中均应用肝素 15 ~ 20 mg, ACT (活化凝血时间) 控制在 200 ~ 300 s。麻醉后常规给予抗生素预防感染。

## 结 果

3 例患者在麻醉诱导机械通气下, 动脉血二氧

化碳分压 (PaCO<sub>2</sub>) 均比术前明显升高, 在第一侧供肺移植单肺通气时尤其明显。调整通气参数不能纠正, 给予手控通气略有好转, 但仍呈严重高碳酸血症状态。在第二侧供肺移植单肺通气、移植肺开放双肺通气时, PaCO<sub>2</sub> 有明显改善。动脉血氧分压 (PaO<sub>2</sub>) 在麻醉后纯氧状态下明显升高, 但随着移植肺的开放, PaO<sub>2</sub> 逐渐下降, 至移植肺单肺通气时 PaO<sub>2</sub> 下降最为明显, 经调整通气后有所改善。3 例患者麻醉后经漂浮导管测得的肺动脉压分别为 52、56、36 mm Hg, 在单肺通气及肺动脉阻断后分别为 72、64、49 mm Hg。分别给予泵注前列地尔以控制肺动脉压力, 在移植肺开放后肺动脉压力分别为 34、45、29 mm Hg。3 例患者术前及术中 PaO<sub>2</sub> 和 PaCO<sub>2</sub> 变化比较见表 1。

3 例患者麻醉后及术中 ACT 均在正常范围。术后均换成鼻插管带入 ICU 行机械通气, 病例 1 术后 6 d 脱离呼吸机, 41 d 痊愈出院。病例 2、3 分别于术后 11、10 d 脱离呼吸机, 于 67、30 d 出院。

## 讨 论

1. 肺移植与体外循环 (CPB): 一般成人单肺移植除了个例以外, 均无需应用 CPB, 整体双肺移植、儿童肺移植和肺叶移植的患者则要在 CPB 下完成。序贯式双肺移植时根据具体情况决定是否要用 CPB。在肺移植中, 不使用 CPB 有很多理论上的优点<sup>[1]</sup>。使用 CPB 时需要用肝素抗凝, 因此术中会出现广泛的渗血, 特别是有胸膜粘连时; 成分输血会造成器官损伤; 使用 CPB 时必须大量的输液, 尤其是输注晶体液, 这也会造成肺的损伤; 血液稀释以及血液有形成分的机械损伤都会引起大规模的炎症反应。体外循环时间过长会导致溶血和游离血红蛋白的释放。肺移植术中使用体外循环更易引起凝血和纤溶。目前术中应用体外循环的主要原因为: (1) 术中高碳酸血症和酸中毒用药物不能纠正; (2) 单侧移植肺通气 PaO<sub>2</sub> < 50 mm Hg; (3) 术中循环不稳定、肺动脉高压、右心功能不全或手术误操作等。目前在北美, 以美国、加拿大为主的肺移植中心常规不

表 1 3 例肺移植受者术前及术中 PaO<sub>2</sub> 和 PaCO<sub>2</sub> 变化以及吸入氧浓度 (FiO<sub>2</sub>) 比较

观察指标	术前			麻醉诱导后 15 min			右单肺通气			左移植肺单肺通气			第二侧移植肺开放双肺通气 30 min		
	例 1	例 2	例 3	例 1	例 2	例 3	例 1	例 2	例 3	例 1	例 2	例 3	例 1	例 2	例 3
PaO <sub>2</sub> (mm Hg)	58	97	72	297	461	326	232	524	287	192	197	224	269	284	298

使用体外循环进行双肺移植,而欧洲一些肺移植中心则常规在体外循环下进行双肺移植,因此意见不一致<sup>[2]</sup>。我们认为,除了肺动脉高压、整体双肺移植、儿童肺移植和肺叶移植或因术中需在心内直视下修补或搭桥的肺移植手术需要在 CPB 下完成外,其他原发病进行双肺移植手术时,只要通过合理的麻醉处理,运用有效的血管活性药物,均能避免使用 CPB。

2. 本院施行 3 例非体外循环下序贯式双肺移植的麻醉体会: (1) 合理的麻醉诱导和术中维持。终末期肺疾病患者,心肺功能极为脆弱,麻醉诱导和维持既要消除患者的应激反应,又要保持患者的血流动力学稳定<sup>[3]</sup>。本组患者在麻醉过程中,采用咪唑安定、芬太尼、依托咪酯和阿曲库铵注射使麻醉诱导顺利和平稳;同时以微量泵持续静脉小剂量注射异丙酚并间断辅用肌肉松弛药和芬太尼,既提供了良好的麻醉效果,又维持了术中循环功能的相对稳定。(2) 供肺的灌注和麻醉。理想的肺保存方案目的在于减少供肺获取前、缺血期和再灌注后发生的损伤。本院供肺的获取及灌注保存技术,使用了我们自行研制的 Raffinose-LPD 灌注保存液<sup>[4]</sup>,应用多伦多肺移植组的灌注保存技术进行肺灌注保存<sup>[5]</sup>。在供肺的麻醉上,我们采用的方法是机械通气吸入氧浓度( $\text{FiO}_2$ )低于 0.5,呼气末正压通气(PEEP)为 5 cm H<sub>2</sub>O,  $V_T$ (潮气量)为 10 ml/kg。在气道压力维持在 15~20 cm H<sub>2</sub>O 时关闭气道,使肺呈中等度膨胀<sup>[6]</sup>。通过改良灌注及供肺的处理,移植肺的病理切片显示肺结构保存良好,患者术后早期肺功能满意。胸片显示肺再灌注损伤轻微。(3) 肺移植过程中的通气与灌注。在双肺移植过程中,一般应根据术前肺通气和灌注扫描等评估决定先切并移植肺功能更差的一侧。在受者麻醉诱导完毕后,尽早行单肺通气,其目的是使机体逐渐适应单侧肺通气带来的改变,其次在肺移植前有足够的时间来判断单肺通气对呼吸和循环的影响。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,由于气道峰压过高而不能维持足够的潮气量(例如限制性疾病),也可能由于慢性阻塞性肺病(COPD)患者中存在的死腔通气,如果可耐受一定的二氧化碳浓度,一般不需要纠正。其他高碳酸血症的原因主要有肺不张、气胸和双腔管的位置异常。在早期

的保护。在移植肺通气时,我们采用保护性的通气模式,新的植入肺在再灌注前以持续 20 cm H<sub>2</sub>O 的气道压力轻柔的再膨胀,然后以 50% 的吸氧浓度, 5 cm H<sub>2</sub>O 的呼气末正压通气,气道峰压在 20~25 cm H<sub>2</sub>O 之间, 10 min 内逐步移去夹在肺动脉上的血管钳,人为控制下再灌注移植肺<sup>[7]</sup>。这种灌注技术促进了血管充盈并且避免了实验模型中高流量再灌注引起的剪切力损伤。当第二侧自体肺被切除时,应以 100% 的吸入氧浓度进行机械通气。第一侧植入肺再灌注后会立即发生低氧血症,主要原因是植入肺的再灌注损伤和植入肺微血管床处于相对的血管收缩状态,因此机械通气后气体优先进入移植肺,而肺血流主要灌注到自身病肺,这是由于植入肺的微血管床处于相对的血管收缩状态,快速阻断另一侧病肺肺动脉可改善第一个植入单肺的通气—血流比例失调。(5) 血管活性药物的应用。病肺切除和供肺移植期是机体血流动力学变化最剧烈的时期,除维持单肺通气外,还需夹闭肺动脉,这会进一步增加已经很高的右心室压力,同时肺动脉压力和肺通气阻力也会急剧上升。我们采取提前介入的方式,即患者麻醉后便可使用小剂量的正性肌力药和肺血管扩张药;在夹闭肺动脉后,加大正性肌力药用量和注入速度,同时加大硝酸甘油的剂量以降低肺动脉压,必要时可直接经肺动脉输注前列地尔,经过以上措施后血流动力学能得以改善,从而承受整个手术过程。

## 参 考 文 献

- 1 Karen M. Con; lung transplatation should not be routinely performed with cardiopulmonary bypass. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2000, 14: 746-750.
- 2 Paul S Myles, Anthony M Weeks, Mark R Buckland et al. Anesthesia for bilateral sequential lung transplantation. Cardiothorac Vasc Anesth, 1997, 11: 177-183.
- 3 张在明,刘怀琼.肺减容手术的围手术处理.国外医学·麻醉学与复苏分册, 2000, 21: 370-372.
- 4 陈静瑜,胡春晓,朱乾坤,等.改良低钾右旋糖酐液供肺灌注保存的临床观察.中华医学杂志, 2004, 84: 1416-1417.
- 5 Perrot M D, Chaparro C, McRae K. Twenty-year experience of lung transplantation at a single center: influence of recipient diagnosis on long-term survival. J Thorac Cardiovasc Surg, 2004, 127: 1493-501.
- 6 Pierre AF, DeCampos KN, Liu M, et al. Rapid reperfusion causes stress failure in ischemic rat lungs. J Thorac Cardiovasc Surg, 1998, 116: 932-942.