

# 肺移植围麻醉期肺动脉压、混合静脉血氧饱和度及呼吸力学监测

胡毅平

## Monitoring of pulmonary arterial pressure, mixed venous oxygen saturation and breathing mechanics in patients undergoing lung transplantation during anesthesia period

Hu Yi-ping

**Abstract:** A computer-based online search of PubMed database and Chinese Journal Full-text Database was undertaken to identify articles about the monitoring of pulmonary arterial pressure (PAP), mixed venous oxygen saturation (SvO<sub>2</sub>), and breathing mechanics in the patients undergoing lung transplantation from January 1990 to May 2008 to evaluate their clinical values in maintaining cardiorespiratory function of patients during anesthetic stage. PAP, cardiac output and SvO<sub>2</sub> are key parameters of monitoring during the diseased lung resection and donor lung transplantation; breathing mechanics and SvO<sub>2</sub> are key parameters of monitoring after lung ventilation. The former are reliable indicator to predict lung transplantation reaction and pulmonary edema and the latter can guide regulation of positive end expiratory pressure and when to remove extracorporeal membrane oxygenator. A combination of hemodynamics (PAP, pulmonary capillary wedge pressure, cardiac output, and central venous pressure), breathing mechanics and SvO<sub>2</sub> consists an overall monitoring of heart and lung function. By Meta-analysis, these indicators can guide the regulation and protection of heart and lung function in patients undergoing lung transplantation and other severe patients during the anesthesia period.

Hu YP. Monitoring of pulmonary arterial pressure, mixed venous oxygen saturation and breathing mechanics in patients undergoing lung transplantation during anesthesia period. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu 2009;13(5):887-890 [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

**摘要:** 检索 PubMed 数据库及中国期刊全文数据库 1990-01/2008-05 与肺移植等重危患者围麻醉期监测肺动脉压、混合静脉血氧饱和度及呼吸力学指标有关的文献, 评价肺动脉压、混合静脉血氧饱和度及呼吸力学监测在肺移植等重危患者围麻醉期心肺功能维护中的临床价值。病肺切除及供肺植入期的监测重点是肺动脉压、心输出量和混合静脉血氧饱和度。植入肺通气后的监测重点为呼吸力学监测和混合静脉血氧饱和度, 前者为预测肺移植反应及肺水肿的可靠指标, 后者可指导呼气末正压调控及选择撤除体外氧合器的最佳时机。将肺动脉压、肺毛细血管嵌压、心输出量及中心静脉压等血流动力学参数与呼吸力学参数及混合静脉血氧饱和度监测有机结合, 构成了对心肺功能较全面的监测。通过综合分析, 证实可有效地指导肺移植等重危患者围麻醉期调控和维护心肺功能。

**关键词:** 肺移植; 肺楔压; 血气分析; 呼吸力学; 危重病; 麻醉

胡毅平. 肺移植围麻醉期肺动脉压、混合静脉血氧饱和度及呼吸力学监测[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13(5):887-890 [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

Department of Anesthesiology, Wuxi People's Hospital, Nanjing Medical University, Wuxi 214023, Jiangsu Province, China

Hu Yi-ping, Chief physician, Professor, Master's supervisor, Department of Anesthesiology, Wuxi People's Hospital, Nanjing Medical University, Wuxi 214023, Jiangsu Province, China yipinghu554@yahoo.com.cn

Received: 2008-05-31  
Accepted: 2008-07-04

## 0 引言

自1963年美国Hardy医师率先成功地在人体上施行了首例肺移植术以来,经历了风风雨雨的40余年。1986年加拿大多伦多医院肺移植小组成功施行了单肺移植<sup>[1]</sup>,1990年美国的Pasque等<sup>[2]</sup>又提出了所谓序贯式单肺或双肺移植的规范手术步骤。在这40多年中,除手术技术提高,免疫抑制剂环孢素A的临床应用以外,麻醉技术的进步大大提高了肺移植的成功率<sup>[3]</sup>。

## 1 学术背景

近年来对移植中心、肺功能维护认识的提高,麻醉管理的改进等,均促进了肺移植的发展。麻醉科医师在心胸外科器官移植项目中担当着相当重要的角色<sup>[1,3-5]</sup>,无论是对供体管理

还是对受体术前评估、围手术期管理及术后监护等都需要麻醉科的积极参与<sup>[6-8]</sup>。

## 2 目的

评价肺动脉压、混合静脉血氧饱和度及呼吸力学监测在肺移植等重危患者围麻醉期心肺功能维护中的临床价值。

## 3 资料和方法

### 3.1 文献检索

检索人及检索时间:作者本人于2008-05应用计算机进行检索。

检索文献时限:1990-01/2008-05。

检索数据库:PubMed数据库(www.pubmed.gov)和中国期刊全文数据库(www.cnki.net)。

检索关键词:英文检索词“lung transplantation,

南京医科大学附属无锡市人民医院麻醉科,江苏省无锡市214023

胡毅平,男,1955年生,江苏省无锡市人,汉族,1982年南京医学院毕业,主任医师,教授,硕士生导师,主要从事器官移植的围麻醉手术期管理、监测及机体内环境调控研究。yipinghu554@yahoo.com.cn

中图分类号:R617  
文献标识码:A  
文章编号:1673-8225  
(2009)05-00887-04

收稿日期:2008-05-31  
修回日期:2008-07-04  
(54200806110001/  
G-A)

PAP, SvO<sub>2</sub>, breathing mechanics ”; 中文检索词 “ 肺移植, 肺动脉压, 混合静脉血氧饱和度, 呼吸力学 ”。

检索文献类型: 研究原著、综述、述评、经验交流、病例报告等。

检索文献量: 共收集到100多篇有关肺移植围麻醉手术期监测肺动脉压、混合静脉血氧饱和度和呼吸力学及心肺功能维护的文献, 纳入26篇。

### 3.2 检索方法

纳入标准: 发表在较权威杂志, 内容与肺移植的围术期监测及其心肺功能维护相关。

排除标准: 重复文献及观点模糊的综述。

文献选择: 对资料进行初审, 选取相关文献查找全文。纳入的26篇文献中, 有关肺移植手术及麻醉管理方面研究背景的文献8篇<sup>[1-8]</sup>, 有关体外氧合器用于肺移植的文献5篇<sup>[9-13]</sup>, 有关肺移植反应及心肺功能维护方面的文献9篇<sup>[14-22]</sup>, 有关肺移植监测方面的文献4篇<sup>[23-26]</sup>。

## 4 文献证据综合提炼

4.1 肺移植方法 方法有两种: 一种是在体外循环下施行, 就是移植前先行左心房和主动脉插管, 在体外循环运转下将肺病切除, 再将供肺移植上。近年来由于手术方法的改进和体外氧合器的应用<sup>[1, 9-13]</sup>, 已较少应用体外循环辅助。现多采用序贯式移植, 先把病变严重的一侧肺换掉, 当移植肺吻合完恢复通气后再移植另一侧肺。

4.2 肺移植的呼吸管理 肺移植患者大多数情况下会有蛋白质性肺水肿。因为10%~25%的患者肺移植后胸部X射线片上有肺水肿特征。并伴有低氧血症和肺顺应性降低。其发病机制可能是供体的内皮细胞受损伤, 经与受体中性粒细胞的相互作用和自由基介导的损伤而加重<sup>[14-15]</sup>。因此, 在行肺动脉压、心输出量、中心静脉压等监测的同时进行混合静脉血氧饱和度及呼吸力学监测就显得至关重要。且对肺部感染的患者术中要经常吸引, 并检查支气管分泌物(肺水肿时为粉红色)。缺氧最初可通过增加吸入氧浓度、增加呼气末正压来治疗, 发生肺水肿时应增加呼气末正压、严格限制液体入量和降低肺动脉压<sup>[16-18]</sup>。

4.3 肺移植的循环管理 双肺移植患者由于双侧肺都有严重病变, 一般对心功能影响较单侧肺病变要重, 多数合并中至重度肺动脉高压, 往往引起右心室肥厚。对此种手术患者一是尽力降低肺动脉压力和肺阻力, 可用硝酸甘油或前列腺素E<sub>1</sub>、一氧化氮吸入等<sup>[19-20]</sup>; 二是维护心脏功能。

右心室的功能对右心前负荷、右心后负荷、同时并存的左心功能障碍和右冠状动脉血供非常敏感。优化右心前负荷是非常重要的措施, 因为右心功能很大程度上依赖足够前负荷, 但已存在右心功能不全的患者采用容量治

疗会恶化患者情况。一般来说, 中心静脉压< 10 mm Hg 应优化前负荷, Stobierska推荐内源容量试验, 抬高患者双腿后平均动脉压和右心射血分数升高表示该试验反应阳性, 需要增加前负荷, 对以上试验无反应、中心静脉压 20 mm Hg 的患者应采用利尿等治疗。一旦右心功能不全, 正性肌力的药物应该及早使用, 增加右心收缩功能和保证冠状动脉灌注, 常用的有儿茶酚胺类正性肌力药, 如去甲肾上腺素等。

4.4 再灌注性低血压 由于移植肺开放灌注引起的低血容量所致, 或由于洗出的前列腺素和保护液的作用, 更主要的原因是新移植肺存在肺再植入应答征或称肺移植反应, 表现为低血压性肺水肿伴肺顺应性下降、氧合差和肺血管阻力增加。肺再植入应答征的发生率高达15%~35%, 且很大程度上促进缺血再灌注损伤。可能因去神经化和淋巴引流的丢失而进一步加剧, 这是早期移植肺功能不全综合征的最初机制, 这种严重性导致呼吸机使用时间延长。术中的肺再植入应答征现象使应用体外氧合器或意外体外循环成为必需, 以保证第二肺移植的完成。早期移植肺功能不全或肺再植入应答征严重时会增加术后的停留时间和肺移植的早期死亡率。Guth等<sup>[21]</sup>通过开展对新西兰兔离体肺的分组对比研究发现采用缓冲器加压再灌注法在再灌注的最初维持30 min以上可明显减轻肺的缺血后再灌注损伤。应用抑肽酶或采用缺血预处理技术也可明显减少缺血后再灌注损伤<sup>[22]</sup>。

4.5 肺移植等重危患者围手术期同时监测肺动脉压、混合静脉血氧饱和度及呼吸力学的重要性 通过对肺移植患者心肺功能的全面监测, 可及时、准确地了解患者机体各重要脏器功能的变化, 以便精确地指导治疗。包括心电图、平均动脉压、中心静脉压、肺动脉压、心输出量、经食管心脏彩色多普勒超声、脉搏血氧饱和度、呼气末二氧化碳分压、血气分析、电解质、温度等。但将肺动脉压、混合静脉血氧饱和度及呼吸力学监测同时用于肺移植等重危患者却报道甚少。1992年Bardoczky等<sup>[23]</sup>首次报道了通过呼吸力学监测判断出的早期肺再植入应答征, 当时出现肺压力容量环变大并向右下倾斜, 顺应性降低和气道压上升, 而经皮血氧饱和度正常, 立即予以处理, 因早期确诊及时治疗效果很好。证实用传统方法来确诊肺再植入应答征的严重低氧血症发现较迟, 因此采用旁气流技术行呼吸力学监测可为肺移植等重危患者发生肺水肿等的及早处理赢得时间。而混合静脉血氧饱和度是反映机体组织氧合及代谢的重要指标<sup>[23]</sup>, 可预报病情是否恶化, 早期发现肺再植入应答征、肺梗死、心肌梗死、严重心律失常和低血压等, 此时混合静脉血氧饱和度突然降低。而且混合静脉血氧饱和度下降发生在平均动脉压、肺毛细血管嵌压和呼气末二氧化碳分压改变之前。还可指导此类患者的呼吸管理, 调节最佳呼气末正压, 可逐渐增加呼气末正压, 当混合静脉血氧饱和度达最大值时为最佳呼气末

正压。为此,作者将肺动脉压、混合静脉血氧饱和度及呼吸力学监测3项重要参数有机结合,采用综合分析的方法,可及时准确地评估此类患者的心、肺功能情况,以便及时准确地调控患者的循环和呼吸功能。

经置入的漂浮导管可监测肺动脉压、为肺移植术中主要监测参数,结合心输出量、每搏量、心指数、中心静脉压可及时了解患者的心功能状态和肺动脉的压力变化,从而决定用药及是否要用体外氧合器。

呼吸力学监测包括肺顺应性、肺压力容量环及肺流率容量环等,每次呼吸更新1次<sup>[24]</sup>。对脉搏血氧饱和度和呼气末二氧化碳分压变化尚不能诊断的临床情况,须加用肺压力容量环及肺流率容量环,对早期确诊肺水肿、支气管痉挛和气胸等以及指导治疗、纠正呼吸道异常情况非常及时和直观。

混合静脉血氧饱和度是组织摄取氧的1个良好指标。可动态反映影响患者体内氧供需平衡的因素,预报病情是否恶化<sup>[25]</sup>。还可表示心脏的储备功能,正常值为68%~77%,>65%好转,60%~65%有限制,35%~50%储备功能不足,<35%组织氧合障碍,<30%则预后不良。可早期发现肺梗死、心肌梗死、严重心律失常和低血压等;还可评价药物的疗效,指导呼吸管理;当混合静脉血氧饱和度达最大值时为最佳呼气末正压;且可以指导选择撤除体外氧合器的最佳时机。

通过综合分析,可早期确诊肺再植入应答征,及时准确地调控肺移植等重危患者围麻醉手术期的循环和呼吸功能,使其处于最稳定的状态,从而缩短此类患者麻醉手术后的恢复时间,提高移植后生存率。

4.6 本院肺移植的开展及其麻醉管理 本院器官移植科为江苏省重点学科,麻醉科为市临床重点专科。近几年中已成功施行了65例单侧或双侧肺移植术,占国内肺移植总数的50%以上,患者最长生存时间已超过5年<sup>[4]</sup>。作者近期已应用“宙斯”麻醉工作站开始对肺移植患者同时作呼吸力学及混合静脉血氧饱和度监测。结果显示,呼吸力学曲线的变化及混合静脉血氧饱和度下降确实是早期发现肺再植入应答征,尤其是肺水肿的可靠指标。

围术期的监测与麻醉管理:所有接受肺移植的患者入手术室后,在常规行心电图、脉搏血氧饱和度、动脉置管测平均动脉压等监测的同时,经锁骨下或颈内静脉置入漂浮导管,应用DATEX-OMEDA多功能监护仪连续监测肺动脉压,间断测定肺毛细血管嵌压、心输出量,经肺动脉导管定期(每15~30 min)抽取血标本测定混合静脉血氧饱和度,应用德国德尔格公司最新生产的“宙斯”麻醉工作站连续监测呼吸力学指标,包括肺顺应性、肺压力容量环、肺流率容量环及气道阻力。术中在不同阶段有不同的监测重点。

病肺切除及供肺移植期的管理: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,心率会加快(先快后慢),心输出量,心排血指数下降,血压急剧下降。此时监测重点是肺动脉压、心输出量和混合静脉血氧饱和度。应加大正性肌力药用量和注入速度,同时增加呼吸频率至20~25次/min,把吸呼比调至1:3。经过以上措施后血流动力学都能改善,肺动脉压力和肺阻力可轻度下降或不再继续上升,心率、血压恢复到夹闭前,心排血指数和心输出量也有所改善。再严密观察数分钟,如情况稳定,无进一步恶化时可切除病肺施行供肺移植。

植入肺通气后的管理:肺移植的顺序是气管(单肺移植为支气管)肺动脉肺静脉。当吻合完毕后用温热的生理盐水倒入胸腔,外科医师开放阻断钳,麻醉医师立即由机械通气改为手控呼吸,轻压呼吸囊鼓气查气管吻合口有无漏气。同时用吸痰管送入气管或支气管吸除血性液体及分泌物,吸引时除注意无菌操作外,还应注意吸力不应过大,要避开吻合口,以免损伤刚缝合好的伤口。开放肺循环时要注意应缓慢松开阻断钳,以防低温和含高钾的肺保护液瞬间大量涌入体循环,导致心跳骤停。所有吻合口吻合完毕后,开放阻断钳恢复移植肺通气和循环后,通常血流动力学状况会改善,中心静脉压、肺动脉压、肺血管阻力下降,血压、每搏量、心输出量、心排血指数和射血分数增加。经食管心脏彩色多普勒超声可见右心室缩小,左心室充盈增加。此时监测重点仍然是肺动脉压、心输出量和混合静脉血氧饱和度。

当移植肺恢复血流后,立即发挥呼吸功能,脉搏血氧饱和度可增加,二氧化碳分压可下降。移植肺因遭受缺血和再灌注性损伤,极易发生肺水肿,应注意维护肺功能。此时通气方法可恢复到单肺通气前水平,潮气量可适当增加,呼吸频率要减慢,为增加肺泡通气能力可加用呼气末正压。为防止移植肺损伤,对吸入氧的浓度应降低,一般以60%氧吸入较为合理。肺移植患者应重点预防肺水肿,麻醉中应控制液体摄入量,输液要以胶体液为主。低血容量补血时要注意速度勿过快,以免突然增加体循环和肺循环负担。此时监测重点应转向呼吸力学监测和混合静脉血氧饱和度,前者为预测肺水肿的可靠指标,后者可指导呼气末正压的调控和准确用药以及评估患者机体氧的供需平衡情况,以指导选择撤除体外氧合器的最佳时机。

需重点解决的关键技术问题:经锁骨下或颈内静脉置入漂浮导管时,应严格执行无菌操作规范,在严密监测压力波形变化的基础上,轻柔、准确地将导管放入肺动脉,套囊充气时能显示肺毛细血管嵌压波形,放气时能显示肺动脉压波形,才能准确地监测肺动脉压、肺毛细血管嵌压、心输出量及混合静脉血氧饱和度等,且需熟



熟练掌握各项指标的临床意义,以正确指导用药。如遇到穿刺困难可利用彩超定位和引导施行深静脉穿刺<sup>[26]</sup>。

发生肺间质水肿的早期信号为肺压力容量环出现变大并向右下倾斜,肺流率容量环变小,顺应性降低和气道阻力上升,而脉搏血氧饱和度开始时可能正常。并可结合混合静脉血氧饱和度来判断,如果伴有混合静脉血氧饱和度下降,提示已存在早期肺再植入应答征或肺水肿,需立即处理,如加用呼气末正压、用速尿等利尿药来加速体内水分排出(每公斤体质量每小时尿量应保持>2 mL)等。

监测特点:单纯监测肺动脉压等血流动力学参数只能了解肺动脉的压力变化及左心功能。通过定期测定混合静脉血氧饱和度,可动态反映影响患者体内氧供需平衡的因素,预报病情是否恶化。可早期发现肺水肿、肺梗死、心肌梗死、严重心律失常和低血压等。还可评介药物的疗效、指导呼吸管理、调节至最佳呼气末正压、准确用药以及评估患者机体氧的供需平衡情况,以指导选择撤除体外氧合器的最佳时机。

呼吸力学监测包括肺顺应性、肺压力容量环及肺流率容量环等,可连续描记呼吸的压力-容量和流速-容量的变化,对经皮血氧饱和度和呼气末二氧化碳分压变化尚不能诊断的临床情况,应用呼吸力学监测可早期发现肺再植入应答征、肺水肿、支气管痉挛及气胸等。而以上情况又是肺移植等重危患者围麻醉手术期经常出现的,且一旦发生均需早期确诊和处理。

作者体会,加用混合静脉血氧饱和度及呼吸力学监测对早期确诊肺再植入应答征、肺水肿、支气管痉挛等发生的准确性与灵敏度较高,可早期确诊肺再植入应答征尤其是肺水肿,及时准确地调控肺移植等重危患者围麻醉手术期的循环和呼吸功能,使其处于最佳状态,从而缩短此类患者麻醉手术后的恢复时间,提高手术后生存率。对于原有心肺功能不全,行非肺移植术,有放置漂浮导管指征而无禁忌证的重危患者(如肝移植术、胰肾联合移植术等),同样具有重要临床价值。

## 5 结论

将肺动脉压等血流动力学参数与混合静脉血氧饱和度及呼吸力学参数有机结合,构成了对心肺功能较全面的监测。通过综合分析,可有效指导肺移植等重危患者围麻醉手术期调控和维护心肺功能。

## 6 参考文献

- [1] 陈静瑜,王桂芳,姜庆军. 肺移植[M]. 上海:第二军医大学出版社, 2005:145.
- [2] Pasque MK, Cooper JD, Kaiser LR, et al. Improved technique for bilateral Lung transplantations :rationale and initial clinical experience. Ann Thorac Surg. 1990;49(5):785-791.

- [3] 徐美英. 肺移植手术的麻醉处理要点[J]. 中华器官移植杂志, 2006;27(2):114.
- [4] 陈静瑜. 我国肺移植的发展和初步经验[J]. 中华器官移植杂志, 2006;27(2):67.
- [5] 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.
- [6] 朱艳红,陈静瑜,郑明峰,等. 肺移植围术期的并发症处理(附18例报告)[J]. 中国危重病急救医学, 2006;18(7):394-396.
- [7] 陈静瑜,郑明峰,朱艳红,等. 肺移植治疗肺纤维化10例临床分析[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2006;29(10):694-697.
- [8] 陈静瑜,张庆广,荆朝辉,等. 肺或心肺联合移植治疗艾森曼格综合征的初探[J]. 中华医学杂志, 2007, 87(17):1165-1168.
- [9] Meyers BF, Sundt TM, Henry S. Selective use of extracorporeal membrane oxygenation is warranted after lung transplantation. J Thorac Cardiovasc Surg. 2000;120(1):20-26.
- [10] Fiser SM, Kron IL, McLendon Long S, et al. Early intervention after severe oxygenation index elevation improves survival following lung transplantation. J Heart Lung Transplant. 2001;20(6):631-636.
- [11] Ko WJ, Chen YS, Chou NK, et al. ECMO support for single lung transplantation. Transplant Proc. 2001;33(1-2):1939-1941.
- [12] Nguyen DQ, Kulick DM, Bolman RM, et al. Temporary ECMO support following lung and heart-lung transplantation. J Heart Lung Transplant. 2000;19(3):313-316.
- [13] Bittner HB, Binner C, Lehmann S, et al. Replacing cardiopulmonary bypass with extracorporeal membrane oxygenation in lung transplantation operations. Eur J Cardiothorac Surg. 2007;31(3):462-467.
- [14] Fisher AJ, Donnelly SC, Hirani N, et al. Elevated levels of interleukin-8 in donor lungs is associated with early graft failure after lung transplantation. Am J Respir Crit Care Med. 2001; 163(1):259-265.
- [15] Clark SC, Sudarshan C, Khanna R, et al. Controlled reperfusion and peroxylamine modulate reperfusion injury after single lung transplantation. J Thorac Cardiovasc Surg. 1998;115(6):1335-1341.
- [16] Thabut G, Brugiere O, Leseche G, et al. Preventive effect of inhaled nitric oxide and pentoxifylline on ischemia/reperfusion injury after lung transplantation. Transplantation. 2001;71(9):1295-1300.
- [17] Bittner HB, Dunitz J, Hertz M, et al. Hyperacute rejection in single lung transplantation-case report of successful management by means of plasmapheresis and antithymocyte globulin treatment. Transplantation. 2001;71(5):649-651.
- [18] Gabbay E, Fraser J, McNeil K. Review of bosentan in the management of pulmonary arterial hypertension. Vasc Health Risk Manag. 2007;3(6):887-900.
- [19] 黄戈,陈国强,韩喜娥,等. 一氧化氮吸入在序贯式双肺移植围术期中的应用[J]. 医学研究生学报, 2008, 21(1):107-108.
- [20] Antus B, Horváth I. Exhaled nitric oxide in the diagnosis and monitoring of lung diseases. Orv Hetil. 2007;148(27):1251-1257.
- [21] Guth S, Prüfer D, Kramm T, et al. Length of pressure-controlled reperfusion is critical for reducing ischaemia-reperfusion injury in an isolated rabbit lung model. J Cardiothorac Surg. 2007;7(2):54.
- [22] Bittner HB, Binner C, Dahlberg P, et al. Reducing ischemia-reperfusion injury in clinical lung transplantation. Transplant Proc. 2007;39(2):489-492.
- [23] Bardoczky GI, Franguen P, Engelman E, et al. Continuous monitoring of pulmonary mechanics with sidestren spirometer during lung transplantation. J Cardiothorac Vasc Anesth. 1992;6(6):731-734.
- [24] Sato K, Tsuchida M, Saito M, et al. Influence of normothermic cardiopulmonary bypass on body oxygen metabolism during lung transplantation. ASAIO J. 2008;54(1):73-77.
- [25] 余守章. 临床监测学[M]. 广州:广东科技出版社, 1997:45-180.
- [26] 胡毅平,吴鹏西,吴硕雄,等. 彩色超声多普勒引导器官移植术患者颈内静脉穿刺及对并发症的监控效应[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(40):8082-8085.

关于作者:胡毅平构思、设计本综述,并对本文负责。

伦理批准:本设计经过本院医学道德伦理委员会批准。

此问题的已知信息:自1963年美国Hardy医师率先成功在人体上施行了首例肺移植术以后的40多年中除手术技术提高,免疫抑制剂环孢素A的临床应用以外,麻醉科学技术的进步大大提高了肺移植的成功率。

本综述增加的新信息:将肺动脉压、混合静脉血氧饱和度及呼吸力学参数有机结合,构成了对心肺功能较全面的监测,可有效指导肺移植等重危患者围麻醉手术期调控和维护心肺功能,提高此类患者的生存率。