

临床研究论著。

心脏移植患者术前肺动脉压力与术后并发症的关系及防治

廖中凯¹ 王巍¹ 宋云虎¹ 黄洁² 胡盛寿¹

(1. 中国医学科学院 北京协和医学院 阜外心血管病医院

心血管病研究所 心脏外科; 2. 心脏移植科 北京 100037)

摘要: 目的 分析心脏移植患者术前肺动脉压力和肺血管阻力(PVR)与术后右心功能不全、并发症发生和死亡的关系,总结围术期肺动脉高压的管理经验,以利于心脏移植术后患者早期心功能的恢复。方法 125 例接受同种原位心脏移植手术的患者,根据术前肺动脉收缩压(PASP)和 PVR 不同分为两组,肺动脉高压组($n=56$):术前 $PASP>50\text{ mm Hg}$ 或 $PVR>5\text{ Wood}^{\circ}\text{U}$; 对照组($n=69$):术前 $PASP\leq 50\text{ mm Hg}$, $PVR\leq 5\text{ Wood}^{\circ}\text{U}$ 。通过 Swan-Ganz 导管监测两组手术前心脏排血指数(CI),手术前、后肺动脉压、PVR 等指标,并进行比较;采用超声心动图评价术后三尖瓣反流程度。术后有肺动脉高压患者给予利尿、一氧化氮吸入、静脉泵入硝酸甘油、前列环素、持续性肾替代治疗(CRRT)、体外膜肺氧合(ECMO)等治疗。结果 术后因多器官功能衰竭、严重感染院内死亡 1 例,其余患者均生存。术后发生急性右心衰竭 23 例,其中 10 例行 ECMO 支持治疗;术后并发急性肾功能不全 10 例行 CRRT。两组随访 124 例,随访时间 2~59 个月。随访期间共死亡 7 例,死亡原因为多器官功能衰竭、感染和急性排斥反应。两组生存患者远期随访未见明显的三尖瓣反流,肺动脉压基本正常。两组患者供心冷缺血时间、体外循环时间、并行辅助时间和术后住院时间比较差异无统计学意义;肺动脉高压组术后机械辅助呼吸时间较对照组明显延长($65\pm 119\text{ h}$ vs. $32\pm 38\text{ h}$, $t=2.17$, $P=0.028$)。术前肺动脉高压组 PASP、肺动脉平均压(MPAP)和 PVR 均高于对照组,CI 低于对照组 $PASP\ 64.30\pm 11.50\text{ mm Hg}$ vs. $35.60\pm 10.20\text{ mm Hg}$, $MPAP\ 43.20\pm 8.50\text{ mm Hg}$ vs. $24.20\pm 7.20\text{ mm Hg}$, $PVR\ 4.72\pm 2.26\text{ Wood}^{\circ}\text{U}$ vs. $2.27\pm 1.24\text{ Wood}^{\circ}\text{U}$, $CI\ 1.93\pm 0.62\text{ L}/(\text{min}^{\circ}\text{m}^2)$ vs. $2.33\pm 0.56\text{ L}/(\text{min}^{\circ}\text{m}^2)$, $P<0.05$]。术后早期肺动脉高压组患者的 $PASP(35.40\pm 5.60\text{ mm Hg}$ vs. $31.10\pm 5.70\text{ mm Hg})$, $MPAP(23.10\pm 3.60\text{ mm Hg}$ vs. $21.00\pm 4.00\text{ mm Hg})$, $PVR(2.46\pm 0.78\text{ Wood}^{\circ}\text{U}$ vs. $1.79\pm 0.62\text{ Wood}^{\circ}\text{U})$ 仍明显高于对照组($P<0.05$)。结论 心脏移植患者术前肺动脉高压的严重程度与术后早期右心功能密切相关。通过有效降低和防治围术期肺动脉高压,有利于心脏移植术后早期心功能的恢复,随访结果良好。

关键词: 心脏移植; 肺动脉高压; 肺血管阻力; 右心功能不全

中图分类号: R654.2 文献标识码: A 文章编号: 1007-4848(2009)05-0348-05

The Relation Between Preoperative Pulmonary Artery Pressure and Postoperative Complications in Heart Transplantation Patients and the Prevention and Treatment to Postoperative Complications LIAO Zhong-kai¹, WANG Wei¹, SONG Yun-hu¹, HUANG Jie², HU Sheng-shou¹. (1. Department of Cardiac Surgery, Cardiovascular Institute and Fu Wai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100037, P. R. China; 2. Department of Heart Transplantation, Cardiovascular Institute and Fu Wai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100037, P. R. China)

Corresponding author: HU Sheng-shou, E-mail: lion1972200@yahoo.com.cn

Abstract Objective To analyze the relation between preoperative pulmonary artery pressure (PAP) and postoperative complications in heart transplant patients, and summarize the experience of perioperative management of pulmonary hypertension (PH), to facilitate the early period heart function recovery of postoperative heart transplant patients. **Methods** A total of 125 orthotopic heart transplant patients were divided into two groups according to preoperative pulmonary arterial systolic pressure (PASP) and pulmonary vascular resistance (PVR), pulmonary hypertension group ($n=56$): preoperative $PASP>50\text{ mm Hg}$ or $PVR>5\text{ Wood}^{\circ}\text{U}$; control group ($n=69$):

preoperative $PASP \leq 50$ mmHg and $PVR \leq 5$ Wood $^{\circ}$ U. Hemodynamics index including preoperative cardiac index (CI), preoperative and postoperative PVR and PAP were collected by Swan-Ganz catheter and compared. The extent of postoperative tricuspid regurgitation was evaluated by echocardiography. Postoperative pulmonary hypertension was treated by diuresis, nitrogen oxide inhaling, nitroglycerin and prostacyclin infusion, continuous renal replacement therapy (CRRT) and extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). **Results** All patients survived except one patient in pulmonary hypertension group died of multi-organ failure and severe infection postoperatively in hospital. Acute right ventricular failure occurred postoperatively in 23 patients, 10 patients used ECMO support, 10 patients with acute renal insufficiency were treated with CRRT. 124 patients were followed up for 2-59 months, 7 patients died of multiple organ failure, infection and acute rejection in follow-up period, the survivals in both groups have normal PAP, no significant tricuspid regurgitation. No significant difference in cold ischemia time of donor heart, cardiopulmonary bypass (CPB) and circulation support time between both groups; but the patients of pulmonary hypertension group had longer tracheal intubation time in comparison with the patients of control group (65 ± 119 h vs. 32 ± 38 h, $t = 2.17$, $P = 0.028$). Preoperative PASP, mean pulmonary artery pressure (MPAP) and PVR in pulmonary hypertension group were significantly higher than those in control group, CI was lower in pulmonary hypertension group [PASP 64.30 ± 11.50 mmHg vs. 35.60 ± 10.20 mmHg; MPAP 43.20 ± 8.50 mmHg vs. 24.20 ± 7.20 mmHg; PVR 4.72 ± 2.26 Wood $^{\circ}$ U vs. 2.27 ± 1.24 Wood $^{\circ}$ U; CI 1.93 ± 0.62 L/(min $^{\circ}$ m 2) vs. 2.33 ± 0.56 L/(min $^{\circ}$ m 2); $P < 0.05$]. Postoperative early PASP, MPAP and PVR in pulmonary hypertension group were significantly higher than those in control group (PASP 35.40 ± 5.60 mmHg vs. 31.10 ± 5.70 mmHg, MPAP 23.10 ± 3.60 mmHg vs. 21.00 ± 4.00 mmHg, PVR 2.46 ± 0.78 Wood $^{\circ}$ U vs. 1.79 ± 0.62 Wood $^{\circ}$ U; $P < 0.05$). **Conclusion** Postoperative right heart insufficiency is related to preoperative pulmonary hypertension in heart transplant patients. Donor heart can quickly rehabilitate postoperatively by effectively controlling perioperative pulmonary hypertension with good follow-up results.

Key words: Heart transplantation; Pulmonary hypertension; Pulmonary vascular resistance; Right heart insufficiency

Foundation item: Key Technologies Research of Heart and Lung Transplantation Funded by National Support Scheme (2006BA160B05)

心脏移植目前已成为治疗各种原因所致的终末期心力衰竭的有效手段之一。终末期心力衰竭患者由于各种原因常伴有不同程度的肺动脉高压、肺血管阻力 (PVR) 增高, 有肺动脉高压的心脏移植患者术前应用肺血管扩张剂, 对肺动脉高压的可逆性判断具有重要的意义^[1-3]。由于供体心脏在术后早期不能立即适应和耐受容量和阻力负荷的急剧增加, 可能导致供体心脏出现急性右心衰竭, 是影响心脏移植患者术后并发症发生和死亡的主要原因^[4,5]。我们的研究回顾性分析了心脏移植患者围术期肺动脉压力和 PVR 与术后右心功能不全、并发症发生和死亡的关系, 探讨围术期肺动脉高压防治的临床措施, 以提高心脏移植手术的成功率, 降低并发症发生率和死亡率。

1 资料与方法

1.1 研究对象和分组

2004 年 6 月至 2009 年 2 月, 我院共完成原位心脏移植手术 128 例, 均为终末期心力衰竭患者, 术前经

13~72 岁 (44.3 ± 14.7 岁)。缺血性心脏病 31 例, 心肌病 85 例, 心瓣膜病 5 例, 酒精性心脏病 2 例, 巨细胞心肌炎 1 例, 马方综合征 1 例。临床表现为胸闷、憋气、活动耐力差, 术前反复出现心力衰竭表现需多次住院治疗。术前常规行全套实验室检查、心电图、24 h 动态心电图、胸部 X 线片、超声心动图和腹部超声检查, 冠心病患者行静态、代谢心肌显像及冠状动脉造影检查, 确定有常规手术指征; 心脏磁共振成像和肾小球滤过率等检查确定无心脏移植禁忌证。术前常规行漂浮导管检查, 以确定有无肺动脉高压和 PVR 增高, 所有患者心脏移植术后均放置漂浮导管, 了解血流动力学情况。根据术前肺动脉收缩压 (PASP) 和 PVR 不同, 将 125 例患者分为两组, 肺动脉高压组: 56 例, 术前 $PASP > 50$ mmHg, 或 $PVR > 5$ Wood $^{\circ}$ U; 对照组: 69 例, 术前 $PASP \leq 50$ mmHg, $PVR \leq 5$ Wood $^{\circ}$ U。两组患者的临床资料见表 1。

1.2 方法

1.2.1 心脏移植技术 采用经典双室法行原位心脏移

表 1 术前两组患者的临床资料

组别	例数 (例)	男 (例)	女 (例)	年龄 (岁)	LVEF (%)	LVEDD (mm)	ProBNP (fmol/ml)	疾病种类(例)			
								心脏病	冠心病	心瓣膜病	其它 心脏病
肺动脉高压组	56	47	9	45.0±12.5	28.9±9.2	75.3±12.1*	3 311±1 422*	39	12	3	2
对照组	69	50	19	43.5±16.3	28.8±11.7	68.9±16.1	2 395±1 532	46	19	2	2

注: LVEF: 左心室射血分数; LVEDD: 左心室舒张期末内径; ProBNP: 脑钠素前体; 与对照组比较 * $P<0.05$

行原位心脏移植 120 例(肺动脉高压组 55 例、对照组 65 例)。

1.2.2 围术期肺动脉高压的处理 术前对有肺动脉高压和 PVR 增高的患者采用强心、利尿和扩张肺血管等治疗,以增加心排血量,降低右心负荷、肺动脉压和 PVR; 具体治疗措施包括设置呼吸机参数,使患者过度通气,并予以充分镇静,持续吸入一氧化氮(NO),静脉泵入硝酸甘油、硝普钠、米力农和前列环素等药物;对急性右心衰竭或肾功能损害的患者,应用体外膜式氧合(ECMO)支持及持续性肾脏替代治疗(CRRT),可有效地改善患者的心功能状态,减轻和缓解右心室前、后负荷的异常升高。

1.2.3 血流动力学和三尖瓣反流指标的监测 围术期通过 Swan-Ganz 导管,连续心排血量仪(Vigilance CCO/SvO₂/CEDV 爱德华生命科学,美国)监测并记录两组患者术前心排血指数(CI)和术后血流动力学指标,包括 PVR 和肺动脉压等;用超声心动图检查评价术后三尖瓣的反流程度。

1.3 统计学分析

用 SPSS 10.0 统计软件进行统计处理。计量资料以均数±标准差($\bar{X}\pm s$)表示,组间及组内比较采用成组或配对 t 检验,计数资料采用卡方检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组患者一般情况比较

125 例患者均成功完成心脏移植手术。体外循环前所有患者血流动力学指标均维持在可接受水平。

肺动脉高压组患者术前左心室舒张期末内径(LVEDD)、脑钠素前体(ProBNP)均大于对照组($t=2.46, P=0.017; t=3.43, P=0.001$),见表 1。

2.2 两组供心冷缺血、体外循环和并行辅助时间等指标的比较

两组患者供心冷缺血时间、术后住院时间比较差异无统计学意义;肺动脉高压组体外循环时间和并行辅助时间较对照组长,但差异无统计学意义;术后机械辅助呼吸时间较对照组明显延长($t=2.17, P=0.028$),见表 2。

2.3 两组手术前、后肺动脉压和 PVR 等指标的比较

术后肺动脉高压组 PASP、肺动脉平均压(MPAP)和 PVR 较术前降低(PASP $t=16.91, P=0.000$; MPAP $t=16.29, P=0.000$; PVR $t=7.07, P=0.000$);术后对照组 PASP、MPAP 和 PVR 亦较术前降低(PASP $t=3.20, P=0.002$; MPAP $t=3.23, P=0.002$; PVR $t=2.88, P=0.005$)。术前肺动脉高压组 PASP、MPAP 和 PVR 均高于对照组,CI 低于对照组;术后早期肺动脉高压组 PASP、MPAP 和 PVR 仍明显高于对照组。见表 3。

2.4 两组心脏移植术后并发症及远期随访结果比较

肺动脉高压组患者术后因多器官功能衰竭、严重感染死亡 1 例。发生急性右心衰竭 23 例(肺动脉高

表 2 两组患者供心冷缺血、体外循环和并行辅助时间等指标的比较

组别	例数 (例)	供心冷缺血 时间(min)	体外循环 时间(min)	并行辅助时间 (min)	术后机械辅助呼吸 时间(h)	术后住院 时间(d)
肺动脉高压组	56	235±122	189±85	96±66	65±119*	29±11
对照组	69	265±121	167±40	80±27	32±38	27±9

注: 与对照组比较 * $P<0.05$

表 3 两组患者手术前、后肺动脉压和 PVR 等指标比较

组别	术前				术后		
	PASP (mm Hg)	MPAP (mm Hg)	PVR (Wood·U)	CI [L/(min·m ²)]	PASP (mm Hg)	MPAP (mm Hg)	PVR (Wood·U)
肺动脉高压组	64.30±11.50	43.20±8.50	4.72±2.26	1.93±0.62	35.40±5.60	23.10±3.60	2.46±0.78
对照组	35.60±10.20	24.20±7.20	2.27±1.24	2.33±0.56	31.10±5.70	21.00±4.00	1.79±0.62
t 值	14.77	17.09	7.69	3.78	4.23	3.05	5.35

压组 16 例、对照组 7 例), 行 ECMO 支持治疗 10 例(肺动脉高压组 7 例、对照组 3 例), 术后并发急性肾功能不全 10 例(肺动脉高压组 6 例、对照组 4 例)行 CRRT。术后 1 个月超声心动图检查提示: 两组患者三尖瓣反流程度差异无统计学意义; 肺动脉高压组随访 55 例, 随访时间 2~59 个月(24.6 ± 17.6 个月)。随访期间死亡 5 例, 其中 1 年内死亡 4 例, 死于多器

官功能衰竭、感染和急性排斥反应; 另 1 例于术后 38 个月死于急性排斥反应。对照组随访 69 例, 随访时间 2~59 个月(25.7 ± 16.2 个月), 随访期间死亡 2 例, 其中 1 年内因多器官功能衰竭死亡 1 例, 另 1 例于术后 25 个月因线粒体疾病死亡。两组患者死亡率差异无统计学意义。两组生存患者远期随访未见明显的三尖瓣反流, 肺动脉压基本正常。见表 4。

表 4 两组患者心脏移植术后并发症发生情况(例)

组别	急性右心衰竭	二次插管、 气管切开	床旁 CRRT	ECMO 支持	三尖瓣少量反流	术后院内死亡	总死亡
肺动脉高压组	16 *	1. 6	6	7	17	1	5
对照组	7	1. 1	4	3	19	0	2

注: 与对照组比较 * $P < 0.05$

3 讨 论

心脏移植是终末期心脏病有效的治疗方法, 急性移植物衰竭、感染、急性排斥反应等是导致术后早期死亡的主要原因。高 PVR 是心脏移植手术的禁忌证, 但有可逆肺动脉高压的心脏移植术患者术后并发症和死亡率是否增加尚无一致看法^[6-9]。因此, 术前对肺动脉高压的可逆性进行评价, 对术后早期右心功能的维护至关重要^[10]。常用的肺血管扩张剂包括吸入 NO、米力农、硝酸甘油、硝普钠、前列腺素 E 和前列环素等^[11-13]。我们对术前有重度肺动脉高压患者常规给予静脉泵入硝普钠、硝酸甘油、米力农和利尿剂等治疗, 以降低肺动脉压和 PVR。我们的研究结果显示, 肺动脉高压组患者术前 PASP、PVR、LV EDD、脑钠素前体明显高于对照组, 术前 CI 明显低于对照组, 表明有肺动脉高压、PVR 增高患者术前心功能较差; 肺动脉高压组患者总体外循环时间、并行辅助时间相对较长; 术后带气管插管时间明显长于对照组; 体外循环时间长主要是由于供体心脏复跳后肺动脉压较高, 导致供体右心室难以承受较高的后负荷、右心功能受损, 要求循环辅助的时间较长。

有文献报道, 供体心脏通常难以承受超过 50 mm Hg 的右心后负荷, 当 PASP 超过 55~60 mm Hg 时往往会导致急性右心衰竭^[14]; 同时, 供体心脏在适当的肺血管扩张剂治疗前提下, 右心室需要 2 周左右的时间才能逐渐适应受体的 PVR^[15]。心脏移植患者由于体外循环后机体炎性介质释放所致的肺血管痉挛、体外循环期间各种微栓沉积于肺血管床、术后肺不张和感染等, 导致 PVR 增加, 加剧或诱发供心急性右心衰竭的发生。术前有肺动脉高压患者术后早期肺部并发症增多。我们的研究结果显示, 两组患者术后早期肺部并发症发生率无统计学意义, 表明肺动脉高压组术后肺部

组, 两组发生急性右心衰竭(肺动脉高压组 16 例、对照组 7 例)比较差异有统计学意义。术后发生急性右心衰竭[中心静脉压(CVP) > 16 mm Hg]应积极采取降低右心负荷的治疗措施, 包括过度通气, 应用利尿剂、硝酸甘油、硝普钠、多巴酚丁胺、异丙肾上腺素、吸入 NO、前列腺素 E 和前列环素等药物, 以减轻右心前、后负荷, 增快心率、增加心排血量。在上述治疗措施效果不佳或同时合并肾功能损害的情况下, 可采用 ECMO 支持治疗和 CRRT 超滤处理, 快速地降低患者心脏负荷。ECMO 支持治疗在减轻右心负荷的同时可改善氧合功能, 为心肺功能恢复创造了条件。CRRT 可减轻右心负荷, 清除炎性介质, 减少肺血管痉挛, 维持内环境稳定, 增加对血管活性药物的敏感性。本组患者经过上述治疗, 术后 1 个月超声心动图检查提示两组患者三尖瓣反流程度差异无统计学意义。

已有文献报道, 术前肺动脉高压患者心脏移植后即刻及随时间推移 PVR 可降低^[16]。Delgado 等^[5]对 112 例同种原位心脏移植患者的临床资料进行回顾性研究发现, 心脏移植后肺循环的血流动力学状态主要依赖于移植前肺动脉压的水平, 移植前有肺动脉高压的患者心脏移植后 1 年左右肺动脉压逐渐降低。可逆性肺动脉高压无论其严重程度如何, 不是心脏移植的绝对禁忌证^[17], 近期及远期结果均良好^[8, 9, 18], 心脏移植后如仍有肺动脉高压者可能影响其远期的生存率。

心脏移植后 PVR 迅速下降可能提示肺动脉高压具有可逆性。我们的资料显示, 两组患者心脏移植术后早期肺动脉压力和 PVR 明显低于术前, 术后远期随访超声心动图提示 PASP 未见明显增高, 死亡率差异无统计学意义, 表明肺动脉高压组术后肺部

主, 对药物等其它治疗措施的综合治疗反应良好^[19-22]。

通过有效降低和防治围术期肺动脉高压, 可明显减轻术前肺动脉高压对术后早期右心功能损害的严重程度, 有利于心脏移植术后早期心功能的恢复, 远期随访结果良好。

参 考 文 献

- Chen JM, Levin HR, Michler RE, *et al.* Reevaluating the significance of pulmonary hypertension before cardiac transplantation: determination of optimal thresholds and quantification of the effect of reversibility on perioperative mortality. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1997, 114(4): 627-634.
- Weston MW, Isaac BF, Crain C. The use of inhaled prostacyclin in nitroprusside-resistant pulmonary artery hypertension. *J Heart Lung Transplant*, 2001, 20(12): 1340-1344.
- Klotz S, Deng MC, Hanafy D, *et al.* Reversible pulmonary hypertension in heart transplant candidates—pretransplant evaluation and outcome after orthotopic heart transplantation. *Eur J Heart Fail*, 2003, 5(5): 645-653.
- Costard-Jäckle A, Fowler MB. Influence of preoperative pulmonary artery pressure on mortality after heart transplantation: testing of potential reversibility of pulmonary hypertension with nitroprusside is useful in defining a high risk group. *J Am Coll Cardiol*, 1992, 19(1): 48-54.
- Delgado JF, Gómez-Sánchez MA, Sáenz de la Calzada C, *et al.* Impact of mild pulmonary hypertension on mortality and pulmonary artery pressure profile after heart transplantation. *J Heart Lung Transplant*, 2001, 20(9): 942-948.
- Butler J, Stankewicz MA, Wu J, *et al.* Pre-transplant reversible pulmonary hypertension predicts higher risk for mortality after cardiac transplantation. *J Heart Lung Transplant*, 2005, 24(2): 170-177.
- Klotz S, Wenzelburger F, Stypmann J, *et al.* Reversible pulmonary hypertension in heart transplant candidates: to transplant or not to transplant. *Ann Thorac Surg*, 2006, 82(5): 1770-1773.
- Drakos SG, Kfoury AG, Gilbert EM, *et al.* Effect of reversible pulmonary hypertension on outcomes after heart transplantation. *J Heart Lung Transplant*, 2007, 26(4): 319-323.
- Goland S, Czer LS, Kass RM, *et al.* Pre-existing pulmonary hypertension in patients with end-stage heart failure: impact on clinical outcome and hemodynamic follow-up after orthotopic heart transplantation. *J Heart Lung Transplant*, 2007, 26(4): 312-318.
- Braun S, Schöttler H, Schmeisser A, *et al.* Evaluation of pulmonary vascular response to inhaled iloprost in heart transplant candidates with pulmonary venous hypertension. *Int J Cardiol*, 2007, 115(1): 67-72.
- Lepore JJ, Dec GW, Zapol WM, *et al.* Combined administration of intravenous dipyridamole and inhaled nitric oxide to assess reversibility of pulmonary arterial hypertension in potential cardiac transplant recipients. *J Heart Lung Transplant*, 2005, 24(11): 1950-1956.
- Zakliczynski M, Zehik T, Maruszewski M, *et al.* Usefulness of pulmonary hypertension reversibility test with sodium nitroprusside in stratification of early death risk after orthotopic heart transplantation. *Transplant Proc*, 2005, 37(2): 1346-1348.
- Haj RM, Cinco JE, Mazer CD. Treatment of pulmonary hypertension with selective pulmonary vasodilators. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2006, 19(1): 88-95.
- Costard-Jäckle A, Hill I, Schroeder JS, *et al.* The influence of preoperative patient characteristics on early and late survival following cardiac transplantation. *Circulation*, 1991, 84(5 Suppl): III329-III337.
- Chang PP, Longenecker JC, Wang NY, *et al.* Mild vs severe pulmonary hypertension before heart transplantation: different effects on posttransplantation pulmonary hypertension and mortality. *J Heart Lung Transplant*, 2005, 24(8): 998-1007.
- Klotz S, Schmid C, Scheld HH. Reversible pulmonary hypertension in heart transplant candidates does not obligatorily predict worse outcome post-transplantation. *J Heart Lung Transplant*, 2005, 24(11): 1998-1999.
- Mogollón MV, Lage Gallé E, Hinojosa Pérez R, *et al.* Prognosis after heart transplant in patients with pulmonary hypertension secondary to cardiopathy. *Transplant Proc*, 2008, 40(9): 3031-3033.
- Tenderich G, Koerner MM, Stuetgen B, *et al.* Pre-existing elevated pulmonary vascular resistance: long-term hemodynamic follow-up and outcome of recipients after orthotopic heart transplantation. *J Cardiovasc Surg(Torino)*, 2000, 41(2): 215-219.
- Pérez Villa F, Cuppoletti A, Rossel V, *et al.* Initial experience with bosentan therapy in patients considered ineligible for heart transplantation because of severe pulmonary hypertension. *Clin Transplant*, 2006, 20(2): 239-244.
- Mahajan A, Shabanie A, Varshney SM, *et al.* Inhaled nitric oxide in the preoperative evaluation of pulmonary hypertension in heart transplant candidates. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2007, 21(1): 51-56.
- Takaoka S, Faul JL, Doyle R. Current therapies for pulmonary arterial hypertension. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*, 2007, 11(2): 137-148.
- Naeije R, Huez S. Expert opinion on available options treating pulmonary arterial hypertension. *Expert Opin Pharmacother*, 2007, 8(14): 2247-2265.

收稿日期: 2009-05-16

编辑 冯桂娟