

## · 论 著 ·

DOI: 10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2019.05.07

## 右心辅助在心脏移植术后脱机困难患者中的初步应用

林中林, 周成斌, 吴 敏, 黄劲松, 章晓华, 陈寄梅, 庄 建

[摘要]: 目的 总结在心脏移植术后因肺动脉高压引起的体外循环脱机困难的患者中应用右心辅助的经验。方法 回顾性分析本院 2016 年 6 月至 2017 年 8 月 4 例接受心脏移植术的终末期心脏病患者, 均为心脏移植术后脱离体外循环困难, 经股静脉和主肺动脉插管, 建立短期右心辅助, 辅助前后分别记录患者的中心静脉压( CVP)、心输出量( CO)、平均动脉压( MAP)、肺动脉压( PAP) 以及射血分数( EF) 等数据。结果 4 例心脏移植术后患者经右心辅助后 MPAP, CVP 明显下降, CO, MAP, EF 明显上升。患者脱机率 100% 并顺利出院。辅助期间无机械装置故障发生, 无管道血栓形成, 无脑出血, 脑梗塞, 感染等并发症。结论 心脏移植术后应用右心辅助能够协助右心室克服肺血管阻力, 促使右心功能恢复, 使得心脏移植术后脱机困难患者顺利脱离体外循环, 并为后期降肺压治疗创造条件。

[关键词]: 心脏移植; 右心辅助; 体外循环; 肺动脉高压

## Application of right heart assist device in patients with difficulty of cardiopulmonary bypass weaning after heart transplantation

Lin Zhonglin, Zhou Chengbin, Wu Min, Huang Jinsong, Zhang Xiaohua, Chen Jimei, Zhuang Jian

Department of Cardiac Surgery, Guangdong Cardiovascular Institute, Guangdong Provincial Key Laboratory of South China Structural Heart Disease, Guangdong General Hospital, Guangdong Academy of Medical Sciences, Guangzhou 510080, China

Corresponding author: Zhou Chengbin, Email: zcbwww@163.com

[Abstract]: **Objective** To summarize our experience of right ventricle assist device (RVAD) application in patients with the difficulty of cardiopulmonary bypass weaning caused by pulmonary hypertension after heart transplantation. **Methods** From June 2016 to August 2017, four patients with end-stage heart disease received heart transplantation. All patients had the difficulty of cardiopulmonary bypass weaning after operation. The short-term right heart assist device was established through femoral vein and pulmonary artery intubation. The central venous pressure (CVP), cardiac output (CO), average arterial pressure (MAP), pulmonary arterial pressure (PAP), ejection fraction (EF) and other data were recorded before and after the RVAD application, respectively. **Results** MPAP and CVP significantly decreased in all patients who were supported with right heart assist device after heart transplantation, while CO, MAP and EF significantly increased. The rate of RVAD evacuation was 100%. All patients were successfully discharged. There was no mechanical failure, thrombosis in the circuit, cerebral hemorrhage, cerebral infarction and infection during RVAD support. **Conclusion**

The application of right ventricle assist device after heart transplantation can help the right ventricle overcome pulmonary vascular resistance, promote the recovery of right heart function, facilitate the weaning of cardiopulmonary circulation, and create conditions for further treatment for pulmonary hypertension.

[Key words]: Heart transplantation; Right ventricular assist device; Pulmonary hypertension; Cardiopulmonary bypass

心脏移植(heart transplantation, HT)是治疗终

末期心脏病的重要手段<sup>[1]</sup>。而肺动脉高压(pulmonary hypertension, PH)是心血管外科疾病的常见并发症<sup>[2]</sup>。术前潜在的或临界状态的 PH 若是在体外循环下的 HT 手术后仍不能有效缓解, 升高的肺动脉压力将引起右心衰竭, 从而导致体外循环脱机困难<sup>[3]</sup>。针对这一现象, 开展右心辅助, 克服 PH, 将流向右心的静脉血注入肺动脉, 使左心前负荷充盈, 帮助 HT 患者脱离体外循环。本研究总结右心辅助在 HT 术

基金项目: 广东省省级科技计划项目(2017A070701013, 2017B090904034, 2017B030314109); 国家卫生计生委医药卫生科技发展研究中心课题(2016ZX-02-004)

作者单位: 510000 广州, 广东省人民医院心外科, 广东省心血管病研究所, 广东省华南结构性心脏病重点实验室, 广东省医学科学院

通讯作者: 周成斌, Email: zcbwww@163.com

后因 PH 引起体外循环脱机困难中的应用经验。

## 1 材料与方法

**1.1 一般资料** 自 2016 年 6 月至 2017 年 8 月 4 例终末期心脏病患者接受 HT, 其中男性 3 名, 女性 1 名, 有 2 例患者诊断为扩张性心肌病, 2 例为缺血性心脏病。平均年龄( $41 \pm 4.8$ ) 岁, 平均体重( $58 \pm 9.0$ ) kg, 术前平均肺动脉压( $57.5 \pm 0.71$ ) mm Hg, 平均肺血管阻力( $7.8 \pm 0.67$ ) Wood。以上患者均采用双腔法同种异体原位 HT。供体均为被诊断为脑死亡, 年龄( $31 \pm 5$ ) 岁, 平均心脏冷缺血时间( $235 \pm 18$ ) min。供体心脏心肌保护方法: 灌注安贞 2 号冷晶体停搏液, 心脏停搏后灌注 HTK 溶液(康斯特) 1 000 ml, 供心保存于 4℃ 保存液中, 每隔 2 h 从主动脉根部灌注 HTK 液 1 000 ml。

**1.2 右心衰诊断** HT 术中体外循环试停机后出现右心膨胀且收缩无力、右房压或中心静脉压 $>20$  mm Hg、左房压 $<15$  mm Hg、心脏指数 $<1.8$  L/(min·m<sup>2</sup>)、每小时尿量 $<1$  ml/kg、超声心动提示右心扩大和三尖瓣返流、循环难以维持。在排除左心衰的基础上符合上述 2 条以上标准可临床诊断为 HT 术后右心功能衰竭。

**1.3 右心辅助环路的安装和管理** HT 术中供心吻合完毕后, 停用体外循环后见供心膨胀, 在行第二次转流 15 min 后, 使用 MAQUET 离心泵及 10 mm 管路, 在主肺动脉处缝合一段 8 mm 人造血管, 从剑突下引出, 再经人造血管插入 18 F 股动脉插管作为肺动脉灌注管, 经皮穿刺右侧股静脉插入 24 F 股静脉插管至右心房, 作为右心引流管, 连接离心泵泵头。将离心泵管道预充血液后连接肺动脉段人造血管, 形成一个闭合循环(其血流途径是: 右心房→离心泵→肺动脉)。

安装完毕后患者均常规使用鱼精蛋白中和肝素, 止血和关胸。根据术后出血以及右心辅助环路血栓生成情况决定抗凝程度, 采用肝素抗凝, 每 2 h 监测活化凝血时间(activated clotting time, ACT) 维持在 180~220 s。调整辅助流量, 维持在 2.0~2.3 L/min, 转速 1 530~1 600 r/min, 保持混合静脉血氧饱和度 $>70\%$ 。连接温水箱保持血液温度 35~36.5℃, 并注意患者肢体的保暖, 维持适宜的环境温度。右心辅助期间严密监测血气、电解质、尿量及其他血流动力学参数, 及时发现和处理异常。合理补充晶体和胶体, 维持晶/胶平衡, 输血以新鲜血和血浆为宜。辅助期间尽量降低正性肌力药物用量, 机械辅助通气模式为辅助控制通气或同步间歇强制通气加压力

支持。辅助期间给予瑞莫杜林降肺压。

每日常规检测血气、血常规、各项生化指标, 维持血小板计数 $>50 \times 10^9$ /L, 加强呼吸道管理, 严密监测患者肢体温度、皮肤颜色和足背动脉搏动情况, 以防缺血。红细胞比容维持在 0.25 以上。

**1.4 右心辅助的撤除** 当患者不依赖正性肌力药物的情况下, 胸部 X 线片提示无明显异常, 血气分析结果正常, 且无电解质及酸碱平衡紊乱。超声心动图提示心脏射血分数(ejection fraction, EF)  $\geq 60\%$ , 静脉氧饱和度 $>75\%$ , 平均肺动脉压(mean pulmonary arterial pressure, MPAP)  $<40$  mm Hg, 右心辅助流量 $<2.0$  L/min, 便可开始进行撤机试验。具体操作为: 逐渐减低血流量, 调整呼吸机参数(氧浓度、吸气平台压、呼气末正压、通气频率), 控制抗凝剂的剂量, 维持稳定的凝血指标, 若 MPAP $<40$  mm Hg 和动脉氧饱和度 $>95\%$ 可持续 1 h 以上, 且动脉二氧化碳分压 $<50$  mm Hg, 即可撤机。撤离时拔出剑突下插管, 结扎人造血管埋于皮下, 股静脉插管拔出后压迫止血。胸部 X 线片提示无明显异常, 血气分析结果正常, 且无电解质及酸碱平衡紊乱。

**1.5 方法** 辅助前后分别记录患者的 CVP、心输出量(cardiac output, CO)、平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)、肺动脉压(pulmonary arterial pressure, PAP) 以及 EF 等数据。

## 2 结果

4 例患者的右心辅助相关资料和临床结果见表 1。4 例患者经右心辅助后 MPAP、CVP 明显下降, CO、MAP 和 EF 明显上升。患者脱机率 100%, 均顺利出院。辅助期间无机械装置故障发生, 无管道血栓形成, 无脑出血, 脑梗塞, 感染等并发症。

## 3 讨论

目前同种异体 HT 已成为终末期心脏病最为有效的治疗手段, 使终末期心脏病患者有了新的生存希望<sup>[1]</sup>。PH 作为终末期心脏病的严重并发症, 被视为 HT 的高危因素, 增加围手术期的死亡率<sup>[4]</sup>, 但是绝大多数患者在 HT 术前其肺动脉压力都已经不同程度升高, 而这正是引起术后急性右心功能衰竭的重要因素<sup>[5]</sup>。术前潜在的或临界状态的 PH 在体外循环下的心脏手术后仍不能有效缓解, 升高的肺动脉压力将引起右心衰竭, 导致体外循环脱机困难, 与 HT 术后早期死亡率密切相关。这种心脏外科手术中因肺动脉高压造成体外循环脱机困难, 并且使用血管活性药物和降肺压药物无效的情况

表 1 4 例患者的右心辅助相关资料及临床结果

项目	病例 1	病例 2	病例 3	病例 4
体外循环时间( min)	237	287	184	380
主动脉阻断时间( min)	120	128	98	134
右心辅助最大流量( L/min)	4.2	3.6	3.7	4.5
右心辅助时间( h)	157	142	239	124
术后机械通气时间( h)	263	220	341	144
ICU 停留时间( h)	284	258	368	172
ACT 时间( s)	135	134	144	131
MPAP 下降率( %)	21	32	48	31
CVP 下降率( %)	23	16	25	12
CO 上升率( %)	19	15	22	12
MAP 上升率( %)	12	9	12	7
EF 上升率( %)	156	124	210	94

注: 下降率=( 右心辅助前数值-撤离右心辅助时数值) /右心辅助前数值×100%; 上升率=( 撤离右心辅助时数值-右心辅助前数值) /右心辅助前数值×100%。

下 ,应考虑及时应用右心辅助装置。有效控制 PH 和维持良好的右心功能是 HT 成功的关键<sup>[6]</sup>。

针对这一现象临床开展使用机械辅助循环( mechanical circulatory support , MCS) 其主要目的包括: 维持循环灌注、减少心脏做功、降低心脏的氧耗。目前因 PH 而造成 HT 术后脱离体外循环困难开展了右心辅助 ,能够帮助右心室克服肺血管阻力 ,保证右心室的血液通过肺循环进入左心 ,从而顺利脱离体外循环和为降肺压药物的起效赢得治疗时间 ,并有可能扩大心外科疾病合并 PH 的手术适应证。

国内外大量的实验和临床研究认为 ,MCS 能为终末期心脏病患者提供有效可靠的血流动力学支持 ,明显改善生活质量 ,减缓或逆转疾病的发展进程 ,促进心脏功能的恢复 ,部分患者甚至能够避免 HT<sup>[4 8]</sup>。也有部分中心报道使用体外膜氧合( extracorporeal membrane oxygenation , ECMO) 辅助稳定 HT 患者的循环<sup>[9]</sup>。但与右心辅助相比较 ,ECMO 费用高 ,抗凝要求高 ,操作较复杂 ,且更为重要的是感染 ,脑出血 ,脑栓塞 ,多器官功能衰竭等并发症的风险更高<sup>[6]</sup>。

从目前临床应用效果来看 ,右心辅助循环仍是挽救严重右心功能衰竭的强有力的措施 ,对它的未来发展充满着希望和信心。随着研究的深入和技术的进步 ,更多性能优良的 MCS 将越来越多地用于临床 ,挽救更多终末期心脏病患者的生命。

4 结 论

总之 ,在 HT 术后因 PH 造成体外循环脱机困难 ,本组采用右室辅助装置可使患者恢复心功能 ,顺利脱离体外循环 ,脱机率 100% ,并为降肺压药物的起效赢得了宝贵时间 ,以及为患者后续在 ICU 的恢复治

疗提供了良好条件 ,从而大大提高患者的生存率。

参考文献:

[1] Dipchand AI , Kirk R , Edwards LB , *et al* . The registry of the international society for heart and lung transplantation: sixteenth official pediatric heart transplantation report-- 2013; focus theme: age[J]. J Heart Lung Transplant , 2013 , 32( 10) : 979-988.

[2] Fayyaz AU , Edwards WD , Maleszewski JJ , *et al* . Global pulmonary vascular remodeling in pulmonary hypertension associated with heart failure and preserved or reduced ejection fraction[J]. Circulation , 2018 , 137( 17) : 1796-1810.

[3] Mehra MR , Canter CE , Hannan MM , *et al* . The 2016 international society for heart lung transplantation listing criteria for heart transplantation: A 10-year update[J]. J Heart Lung Transplant , 2016 , 35( 1) : 1-23.

[4] 廖中凯 ,王巍 ,宋云虎 ,等. 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[J]. 中国胸心血管外科临床杂志 , 2009 ,16( 5) : 348-352.

[5] Guazzi M , Naeije R. Pulmonary hypertension in heart failure: pathophysiology , pathobiology , and emerging clinical perspectives [J]. J Am Coll Cardiol , 2017 , 69( 13) : 1718-1734.

[6] 吴敏 ,麦明杰 ,吴怡锦 ,等. 右心辅助在心脏移植术后急性右心衰竭中的临床应用[J]. 中国胸心血管外科临床杂志 , 2018 , 25( 10) : 906-909.

[7] 李延珍 ,姬尚义. 右心辅助装置研究进展[J]. 中国医学工程 , 2011 ,19( 4) : 167-168.

[8] Kumarasinghe G , Jain P , Jabbour A , *et al* . Comparison of continuous-flow ventricular assist device therapy with intensive medical therapy in fixed pulmonary hypertension secondary to advanced left heart failure[J]. ESC Heart Fail , 2018 , 5( 4) : 695-702.

[9] 李平 ,董念国 ,赵阳 ,等. 体外膜肺氧合在心脏移植围术期的支持策略[J]. 中国体外循环杂志 , 2014 ,12( 4) : 237-240.

( 收稿日期: 2019-05-14)  
( 修订日期: 2019-07-26)