

。 综 述 。

肺移植手术中供肺保存液的研究现状

蒲江涛 综述 刘伦旭 审校

(四川大学华西医院 胸心外科, 成都 610041)

摘要: 肺移植手术是治疗终末期肺部疾病的惟一有效方法,但仍然有许多相关问题须待解决。除了供肺严重缺乏外,因缺血-再灌注损伤导致的移植肺功能异常是肺移植手术患者最常见的早期死亡原因之一。保存移植肺的最佳状态对减轻肺移植术后缺血器官功能障碍至关重要。因此,寻找一种高度可靠的肺保存液,对减轻移植肺的缺血-再灌注损伤、提高肺移植术后肺功能有着十分重要的意义。现就供肺保存液的种类、灌注方式、灌注条件及其改良措施的研究现状进行综述。

关键词: 肺移植; 供肺保存; 肺保存液

中图分类号: R655.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-4848(2007)03-0216-05

Progress of Lung Preservation Solution in Lung Transplantation PU Jiang-tao, LIU Lun-xu. (Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, P. R. China)
Corresponding author: LIU Lun-xu, E-mail: lunxu_liu@yahoo.com.cn

Abstract Although lung transplantation has been established as the only valid therapeutic approach for end-stage pulmonary disease, several related problems remain to be solved. In addition to the serious problem in donor lung shortage, primary graft dysfunction caused by lung ischemia-reperfusion injury is one of the most common reason of early mortality. Optimal preservation of lung is essential to reduce ischemic organ dysfunction after lung transplantation. The development of a highly reliable lung preservation solution that reduces ischemia-reperfusion injury will improve the functioning of transplanted lungs. The progress of the type, perfusing technique or strategies and modified methods of lung preservation solution are reviewed in this article.

Key words Lung transplantation; Donor lung preservation; Lung preservation solution

自1963年第一例临床肺移植开展以来,肺移植手术作为治疗终末期呼吸功能衰竭最有效的方法逐渐受到人们的重视。经过多年的探索,手术技术日益成熟。在过去的10年中,许多发达国家和地区相继开展了肺移植手术,但仍有许多问题有待于解决。除了供肺严重缺乏外,原发性移植肺功能异常是肺移植患者最常见的早期死亡原因之一,其原因主要与供肺的缺血-再灌注损伤有关;同时,缺血-再灌注损伤亦可导致较高的急性排斥反应发生率和远期移植肺功能障碍。而供肺保存作为肺移植手术中最大限度减轻供肺缺血-再灌注损伤的关键技术,在近年来也得到了较深入的研究。

1 供肺保存液的种类

已用于临床和处于试验阶段的供肺保存液种类较多,根据其电解质浓度不同可归纳为:细胞内液型供肺保存液和细胞外液型供肺保存液。具有代表性的

细胞内液型供肺保存液有EC液(Euro-Collins solution)和UW液(University of Wisconsin solution),其主要特点为含高浓度 K^+ 和低浓度 Na^+ ;细胞外液型供肺保存液为低浓度 K^+ 高浓度 Na^+ 溶液,常用的有LPD液(low potassium dextran solution)、ET-Kyoto液(extracellular-type trehalose containing Kyoto solution)、Celsior液等,以前者研究较多。

对两类供肺保存液的供肺保护作用有不同的看法,大多数学者认为,细胞内液型保存液中 K^+ 浓度较高,高 K^+ 可以使血管平滑肌细胞去极化,从而引起肺血管收缩,肺循环阻力增加,提高肺动脉活性氧簇的产生,其直接后果就是肺移植后再灌注时肺动脉灌注压增高,肺血管内皮细胞损伤,加重再灌注时肺水肿;而低 K^+ 的LPD液则无此现象^[1]。因此对于肺保护,特别是在早期移植肺功能的保护方面,细胞外液型供肺保存液较细胞内液型更有价值^[2]。对供肺保存液中适

并且提出灌注液的 K^+ 浓度应在 20mmol/L 或更低, 以获得适当的灌注和有效的组织分布。Bando 等^[4]通过对含不同 K^+ 浓度的灌注液进行比较认为, 要想获得更好的供肺结构、功能的保护, 其灌注液中 K^+ 浓度不宜太高也不宜太低, 最适宜的 K^+ 浓度可能为 40mmol/L 左右。

细胞外液型保存液在肺保护方面还具有其他的一些优点, 与 EC 液比较, LPD 液在保护 II 型肺泡上皮细胞功能和内皮细胞的新陈代谢等方面有一定的优势^[5]。内皮细胞在调节肺血管的舒张和收缩功能中有重要的作用, 并是肺损伤的主要靶点。如何保持内皮细胞和 II 型肺泡上皮细胞的完整性对肺保存有重要的意义^[6]。Sugita^[7]的研究结果表明, 细胞外液型供肺保存液能有效地维持 $Na^+ - K^+$ 三磷酸腺苷 (ATP) 酶活性, 从而更好地保障肺泡液的吸收, 减轻肺水肿。

Suzuki 等^[8]也发现细胞外液型供肺保存液影响 $Na^+ - K^+$ ATP 酶对 β 肾上腺素能药物的反应性和肺泡上皮细胞的活性。Gamez 等^[9]报道, 在肺移植术后早期恢复阶段, LPD 液可以使肺严重缺血、再灌注损伤发生率降低 50%。

Oono 等^[10]认为供肺保存液中的 K^+ 浓度并非是影响移植肺功能的关键因素。Chiang^[11]认为, 在减轻肺缺血、再灌注损伤方面, 细胞内液型与细胞外液型供肺保存液的作用无明显差别。Nath 等^[12]的临床研究表明, 虽然在实验室中证明使用 Perfadex (一种临床用的 LPD 液) 可以提高肺移植模型的气体交换, 但 Perfadex 对肺移植后早期气体交换、术后 90d 和 1 年死亡率的影响与改良 EC 液比较差异无统计学意义。Hausen 等^[13]报道, 与 EC 液、UW 液和低钾 EC 液比较, LPD 液对缺血时间 (16h) 较长的移植肺功能保护更有价值, 对供肺缺血时间 (2h) 较短的整体肺功能影响不大。因此, LPD 液对移植肺的长期保护效果尚有待进一步研究。Chu 等^[14]提出, 供肺保存液的组成对供肺的保存作用比其离子成分属细胞内液型或细胞外液型更重要, 保存液中添加的保护成分往往更有价值。

2 供肺的灌注方式

目前采用的灌注方式多为单次灌注, 有顺行性灌注、逆行性灌注、顺行性灌注+逆行性灌注、顺行性灌注+支气管动脉灌注等。其中以顺行性灌注和逆行灌注最为常用。选择合适的灌注途径可使早期移植植物能衰竭的发生减少到最小限度。

能有效地维持肺泡表面活性物质的功能, 对早期移植植物功能的影响较顺行灌注更具有优势^[15]。Varela 等^[16]采用 ^{99m}Tc 标记的大颗粒聚合蛋白 (MAA- ^{99m}Tc) 比较顺行灌注和逆行灌注时发现, 逆行灌注能提高肺保存液在支气管壁的有效分布。

Roe 等^[17]发现, 采用顺行性灌注+支气管动脉灌注可以明显降低支气管黏膜的温度, 下调区域淋巴结中炎症、免疫相关性细胞因子和趋化因子的表达, 从而降低早期移植植物功能障碍的风险。其直接原因可能在于此种灌注方式可同时提高灌注液在肺实质和支气管黏膜中的有效分布^[18]。

Sasaki 等^[19]提出了搏动性灌注的方式, 他们采取这种方式证实了采用 UW 液可以较好的保存肺功能达 18h。近年来, 控制性再灌注技术也得到了尝试, 相关研究表明, 控制灌注液的成分和灌注压可较好地防止缺血、再灌注损伤^[20]。

3 灌注条件

3.1 灌注压和灌注流量 供肺保护对灌注压的要求比较严格, 压力过高易导致出血, 过低则降温过慢。一般认为灌注压以不超过肺平均动脉压为原则, 通常为 $10 \sim 20\text{mmHg}$; 灌注量随不同的灌注液而异, 多为 $40 \sim 60\text{ml/kg}$ 。Sasaki 等^[21]在兔肺灌注模型中比较了不同灌注压对供肺保护的影响, 当分别采用 $5 \sim 20 \sim 25\text{mmHg}$ 的灌注压时, 不能使肺血管床得到充分的灌洗, 从而导致灌注后肺功能减退和肺水肿的发生率增高; 而采用 $10 \sim 15\text{mmHg}$ 的灌注压时, 不仅可使肺血管床得到充分的灌洗, 而且可以很好地保护肺功能。同时高流量 (120ml/min) 灌注较正常流量 (60ml/min) 灌注更容易损伤内皮细胞, 对肺功能有明显的损害^[22]。

3.2 保存温度 低温是器官保存的重要因素, 它可以有效地降低新陈代谢和异化作用, 减少能量消耗, 并可抑制细胞降解酶, 降低其细胞毒性; 但它同时也抑制 ATP 依赖性 $Na^+ - K^+$ 泵的功能, 导致膜电位下降和 Na^+ 内流, 引起细胞内水肿。根据实质器官的保存经验, 目前保存供肺的温度多为 4°C , 并取得了良好的效果。Muller 等^[23]通过对单独采用 4°C 低温保存与用 EC 液灌注保存 18h 后的猪肺进行比较, 认为两组在代谢和形态学方面无明显的差异, 而在肺功能的恢复上单纯低温保存更具有优势。

然而低温保存期间供肺须维持低水平的代谢, 温度过低, ATP 酶活性下降, 造成代谢障碍, 会影响术后肺功能的恢复。并且具体供肺保存温度的确定

10℃为肺保护最适宜的温度。但也有作者认为供肺保存温度为15℃更适宜于缺血后肺功能的恢复^[25];在常温状态多器官阻断的前提下亦可达到较好的肺保存效果^[26]。

4 保存液的改良

尽管目前肺保存液种类较多,但总的来说其保存效果仍不尽理想。对现有的保存液进行改良,在其中加入某些具有保护作用的药物,以达到较好的供肺保护效果,是近年来研究的热点。

4.1 前列腺素类药物 前列腺素(PG)类药物对供肺的保护作用机制还不明确。PG及前列环素均为扩张血管的药物,前者尚有免疫抑制、细胞保护、抑制血小板凝集、抑制血栓形成、抑制白细胞增多以及溶酶体释放等作用,并有可能减小血管的通透性。供者于术前注射或在保存液中加入PG,可拮抗冷灌注所引起的反射性血管收缩和气道痉挛,从而使灌注液在肺内和支气管中更为均匀地分布,减轻肺损伤,改善肺保存的效果,进一步延长肺保存时间^[27]。同时前列腺素E(PGE₁)还可有效地抑制K⁺介导的血管收缩^[28]。

Naka等^[29]认为,PGE₁可通过激活血管内皮细胞和平滑肌细胞中环磷酸腺苷(cAMP)依赖性蛋白激酶,维持肺血管内cAMP的平衡来实现肺保护作用。Gohrbandt等^[30]认为,伊洛前列素(iloprost)对长时间保存后肺泡表面活性物质的功能有更好的保护作用。

4.2 外源性环磷酸腺苷和外源性一氧化氮 在肺灌注保存过程中,由于缺血、缺氧和低温等多种因素的影响,血管内皮和平滑肌细胞的cAMP和一氧化氮(NO)水平明显下降,其结果导致中性粒细胞聚集、肺血管通透性增大、血管收缩加重,在一定程度上引起缺血再灌注损伤。Kwon等^[31]的研究表明,在保存液中加入cAMP和硝酸甘油(外源性NO)可以有效地加强供肺保存液对肺的保护作用。但两者在肺保护中的作用机制是不同的,cAMP主要影响肺动脉压力和肺血管阻力,硝酸甘油则通过改善移植物的氧合能力和气道压力而起到肺保护作用^[32]。

4.3 糖类 海藻糖和棉子糖在肺保存中的作用越来越受到重视。实验研究结果证实,海藻糖和棉子糖可明显提高肺保存液对肺保护的效果,延长肺保存时间^[33,34]。Wright等^[35]的研究表明,单用棉子糖进行肺保存亦可以达到与UW液同样的效果,而且价格更为便宜。这些糖的作用主要是其细胞保护作用,而不

4.4 钙离子拮抗剂和钾离子通道开放剂 再灌注后Ca²⁺向细胞内流动是缺血诱发的细胞毒性反应之一。钙离子拮抗剂(如硝苯吡啶等)可以阻断细胞的Ca²⁺内流,能明显增强肺保存后早期移植肺功能,在减轻K⁺介导的血管收缩方面比PGE₁更具有优势^[37]。尼可地尔、吡那地尔属ATP敏感的K⁺通道(KATP)开放剂,可以使平滑肌细胞的K⁺通道开放,导致K⁺外流和静息膜电位负向转移,使静息时的细胞超极化,最后效应是细胞内Ca²⁺减少、平滑肌松弛、外周血管扩张、阻力下降。Fukuse等^[38]的研究表明,KATP开放剂可以维持肺保存期间线粒体的呼吸功能,抑制髓过氧化物酶的活性,减小肺血管阻力,从而减轻供肺的再灌注损伤。

4.5 血小板激活因子拮抗剂 血小板激活因子(PAF)是细胞受到刺激后所释放的磷脂,可引起血小板激活、微血管渗出和支气管收缩,与缺血再灌注损伤密切相关。Qayumi等^[39]的研究表明,TCV-309作为一种PAF拮抗剂,与PGE₁联合使用时可使供肺保存时间长达20h。中药制剂银杏内酯B也具有相似的作用^[40]。

4.6 其他药物 借鉴一些其他器官的保存经验,部分学者在常规肺保存液中分别加入抑肽酶、左旋精氨酸、谷胱甘肽、卡托普利、Lazaroid U74389G/U74500A、维生素E、EPC-Ki等成分,均在一定的程度上加强了原保存液的保存效果。

5 结论和展望

近年来,在供肺的保存液研究方面取得了很大的进展,但是很多结果还仅限于动物实验,并且部分结论还有待于进一步验证。一种高度可靠的供肺保存液,不仅可以减轻肺缺血再灌注损伤,提高移植器官的功能,而且还可以延长供肺保存时间,缓解供肺的缺乏。这是我们今后应努力的方向。

参 考 文 献

- Kelly R F, Murar J, Hong Z, *et al.* Low potassium dextran lung preservation solution reduces reactive oxygen species production. *Ann Thorac Surg*, 2003, 75(6): 1705-1710.
- Struber M, Wilhelmi M, Harringer W, *et al.* Flush perfusion with low potassium dextran solution improves early graft function in clinical lung transplantation. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2001, 19(2): 190-194.
- Muller C, Bittmann I, Hatz R, *et al.* Improvement of lung preservation—from experiment to clinical practice. *Eur Surg Res*, 2002, 34(1-2): 77-82.
- Bando T, Albes JM, Fehrenbach H, *et al.* Influence of the potassium concentration on functional and structural

- 5 Struber M, Hohlfeld JM, Fraund S *et al.* Low-potassium dextran solution ameliorates reperfusion injury of the lung and protects surfactant function. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2000, 120(3): 566-572.
- 6 Novick RJ, Gehman KE, Ali IS, *et al.* Lung preservation: the importance of endothelial and alveolar type II cell integrity. *Ann Thorac Surg*, 1996, 62(1): 302-314.
- 7 Sugita M, Suzuki S, Kondo T, *et al.* Transalveolar fluid absorption ability in rat lungs preserved with Euro-Collins solution and EP4 solution. *Transplantation*, 1999, 67(3): 349-354.
- 8 Suzuki S, Inoue K, Sugita M, *et al.* Effect of EP4 solution and LPD solution vs. Euro-Collins solution on Na^+/K^+ -ATPase activity in rat alveolar type II cells and human alveolar epithelial cell line A549 cells. *J Heart Lung Transplant*, 2000, 19(9): 887-893.
- 9 Gamez P, Cordoba M, Millan I, *et al.* Improvements in lung preservation: 3 years' experience with a low-potassium dextran solution. *Arch Bronconeumol*, 2005, 41(1): 16-19.
- 10 Ono K, Sone Y, Irie T, *et al.* Does potassium ion concentration affect lung preservation? *Surg Today*, 1998, 28(2): 192-196.
- 11 Chiang CH. Comparison of effectiveness of intracellular and extracellular preservation solution on attenuation in ischemic-reperfusion lung injury in rats. *J Formos Med Assoc*, 2001, 100(4): 233-239.
- 12 Nath DS, Walter AR, Johnson AC, *et al.* Does Perfadex affect outcomes in clinical lung transplantation? *J Heart Lung Transplant*, 2005, 24(12): 2243-2248.
- 13 Hausen B, Beuke M, Schroeder F, *et al.* In vivo measurement of lung preservation solution efficacy: comparison of LPD, UW, EC and low K^+ -EC following short and extended ischemia. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1997, 12(5): 771-780.
- 14 Chu Y, Wu YC, Chou YC, *et al.* Endothelium-dependent relaxation of canine pulmonary artery after prolonged lung graft preservation in University of Wisconsin solution: role of L-arginine supplementation. *J Heart Lung Transplant*, 2004, 23(5): 592-598.
- 15 Struber M, Hohlfeld JM, Kofidis T, *et al.* Surfactant function in lung transplantation after 24 hours of ischemia: advantage of retrograde flush perfusion for preservation. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2002, 123(1): 98-103.
- 16 Varela A, Montero CG, Cordoba M, *et al.* Improved distribution of pulmonary flush solution to the tracheobronchial wall in pulmonary transplantation. *Eur Surg Res*, 1997, 29(1): 1-4.
- 17 Roe DW, Fehrenbacher JW, Niemeier MR, *et al.* Lung preservation: pulmonary flush route affects bronchial mucosal temperature and expression of IFN- γ and Gro in regional lymph nodes. *Am J Transplant*, 2005, 5(5): 995-1001.
- 18 Bitu-Moreno J, Francischetti I, Siemer R, *et al.* Influence of different routes of flush perfusion on the distribution of lung preservation solutions in parenchyma and airways. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1999, 15(4): 481-489.
- 19 Sasaki S, Yasuda K, Lo Cicero J, *et al.* Reliable 18-hour lung preservation with University of Wisconsin solution. An ex vivo rat model with a pulsatile perfusion system. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg*, 1999, 47(3): 99-103.
- 20 Halldorsson AO, Kronon M, Allen BS, *et al.* Controlled reperfusion prevents pulmonary injury after 24 hours of lung arterial pressure during flushing on lung preservation. *Transplantation*, 1996, 61(1): 22-27.
- 21 DeLima NF, Binns OA, Buchanan SA, *et al.* Euro-Collins solution exacerbates lung injury in the setting of high-flow reperfusion. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1996, 112(1): 111-116.
- 22 Muller C, Hoffmann H, Bittmann I, *et al.* Hypothermic storage alone in lung preservation for transplantation: a metabolic, light microscopic, and functional analysis after 18 hours of preservation. *Transplantation*, 1997, 63(5): 625-630.
- 23 Kayano K, Toda K, Naka Y, *et al.* Identification of optimal conditions for lung graft storage with Euro-Collins solution by use of a rat orthotopic lung transplant model. *Circulation*, 1999, 100(19 Suppl): 257-261.
- 24 Albes JM, Fischer F, Bando T, *et al.* Influence of the perfusate temperature on lung preservation: is there an optimum? *Eur Surg Res*, 1997, 29(1): 5-11.
- 25 Chien S, Maley R, Oeltgen PR, *et al.* Canine lung transplantation after more than twenty-four hours of normothermic preservation. *J Heart Lung Transplant*, 1997, 16(3): 340-351.
- 26 Santillan-Doherty P, Sotres-Vega A, Jasso-Victoria R, *et al.* Effect of prostaglandin E2 on the tracheobronchial distribution of lung preservation perfusate. *J Invest Surg*, 1998, 11(4): 259-265.
- 27 Sasaki S, Yasuda K, McCully JD, *et al.* Does PGE1 attenuate potassium-induced vasoconstriction in initial pulmonary artery flush on lung preservation? *J Heart Lung Transplant*, 1999, 18(2): 139-142.
- 28 Naka Y, Roy DK, Liao H, *et al.* cAMP-mediated vascular protection in an orthotopic rat lung transplant model. Insights into the mechanism of action of prostaglandin E1 to improve lung preservation. *Circ Res*, 1996, 79(4): 773-783.
- 29 Gohrbandt B, Sommer SP, Fischer S, *et al.* Ilprost to improve surfactant function in porcine pulmonary grafts stored for twenty-four hours in low-potassium dextran solution. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2005, 129(1): 80-86.
- 30 Kwon KY, Cho CH, Kang YN, *et al.* Ultrastructural evaluation of the protective effect of nitroglycerin in preservation-reperfusion injury of rat lungs. *Transplant Proc*, 2004, 36(7): 1936-1938.
- 31 Bando T, Albes JM, Schone J, *et al.* Significance of cyclic adenosine monophosphate and nitroglycerin in ET-Kyoto solution for lung preservation. *Ann Thorac Surg*, 2000, 69(3): 887-892.
- 32 Carbognani P, Rusca M, Spaggiari L, *et al.* The effect of trehalose on human lung fibroblasts stored in euro-collins and low potassium dextran solutions. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 1997, 38(6): 669-671.
- 33 Fischer S, Hopkinson D, Liu M, *et al.* Raffinose improves the function of rat pulmonary grafts stored for twenty-four hours in low-potassium dextran solution. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2000, 119(3): 488-492.
- 34 Wright NC, Hopkinson DN, Shaw TE, *et al.* 24-hour lung preservation: simplified versus conventional University of Wisconsin solution in a porcine model. *Transplantation*, 2000, 69(7): 1261-1265.
- 35 Fukuse T, Hirata T, Nakamura T, *et al.* Role of saccharides on lung preservation. *Transplantation*, 1999, 68(1): 110-117.

(2): 127–132.

- 38 Fukuse T, Hirata T, Omasa M, *et al.* Effect of adenosine
triphosphate-sensitive potassium channel openers on lung
preservation. Am J Respir Crit Care Med, 2002, 165(11): 1511-
1515.
- 39 Qayumi AK, English JE, Duncan S, *et al.* Extended lung
preservation with platelet-activating factor-antagonist TCV-309
in combination with prostaglandin E1. J Heart Lung Transplant,

39 Qayumi AK, English JE, Duncan S, *et al.* Extended lung preservation with platelet-activating factor-antagonist TCV-309 in combination with prostaglandin E1. J Heart Lung Transplant,

- 40 Wittwer T, Grote M, Oppelt P, *et al.* Impact of PAF antagonist BN 52021 (Ginkgolide B) on postischemic graft function in clinical lung transplantation. J Heart Lung Transplant. 2001; 20 (3): 358-363.

收稿日期: 2006-09-06 修订日期: 2006-12-03

编辑 冯桂娟

。 短篇报道 。

15例右心室双出口的外科治疗

张鸿毅¹ 杨学勇¹ 智喜强¹ 史素丽² 程燕生²

(1.山西省儿童医院 心外科; 2.麻醉科,太原 030013)

中图分类号: R654.2 文献标识码: D 文章编号: 1007-4848(2007)03-0220-01

右心室双出口 (double outlet right ventricle, DORV) 是一种较少见的复杂紫绀型先天性心脏病, 其发病率约占先天性心脏病总数的 1.0% ~ 1.5% [1]。现总结我院近 3 年收治的 15 例 DORV 患者的治疗经验, 以提高诊治水平。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料 本组共 15 例,男 10 例,女 5 例;年龄 1~8 岁,平均年龄 3.5 岁;体重 8~21 kg,平均体重 11.3 kg。术前均经多普勒超声心动图检查诊断,其中 4 例在外院行心血管造影检查。合并动脉导管未闭(PDA)6 例,永存左上腔静脉(LSVC)2 例,房间隔缺损(ASD)3 例。按血流动力学分析,属法洛四联症(TOF)型 5 例,肺动脉高压(PH)型 10 例。室间隔缺损(VSD)位于主动脉下 10 例(2 例为限制性 VSD),肺动脉下 3 例,双动脉下 1 例,远离大动脉 1 例。

1.2 手术方法 全组患者均在全身麻醉体外循环深低温下完成一期根治手术,内隧道均采用涤纶人工血管材料。3例采用同种异体带单瓣血管片行右心室流出道-肺动脉跨瓣修补片,10例采用自体心包加宽右心室流出道。手术方法见表1。

表 1 15例患者的手术方法

手术方式	例数	VSD与两大动脉的关系
心室内隧道修补术	10	VSD位于主动脉下 8例, 双动脉下 1例, 远离大动脉 1例
Rastelli手术	2	VSD位于主动脉下、肺动脉严重狭窄 2例
Kawashima手术	3	VSD位于肺动脉下 3例

2 结 果

平均体外循环时间 152.83 min,平均主动脉阻断时间 96.52 min。术后发生低心排血量综合征 2 例,反应性肺动脉高压、肺动脉高压危象 (PH/PHC) 3 例,右心功能不全 2 例。围手术期死亡 5 例 (33.3%),其中 2 例死于术后低心排血量综合征,另 3 例死于术后肺动脉高压危象。术后随访 10 例,其

3 讨 论

DORV 外科治疗关系最为密切的是 VSD 与两根大动脉的关系。心室内隧道修补术 (IVR) 是治疗 DORV 伴主动脉下或双动脉下 VSD 的主要方法, 但对于三尖瓣与主动脉瓣环之间的距离 (TPD) 较小者宜采用 Rastelli 手术, 以免术后出现左心室流出道梗阻。在 DORV 中, 因 VSD 为左心室惟一的出口, 主动脉瓣和二尖瓣间无纤维连续, 有肌肉组织分隔, 两组半月瓣在同一平面的解剖学特性, 故不宜采用直片法做心室内修补^[2], 采用人工血管可借助其弧形结构保证左心室流出道无梗阻发生。

本组患者解剖纠治手术死亡率较高,国内文献报道为 9.6%^[3],无肺动脉狭窄 DORV 的死亡率为 15.6%^[4],分析原因主要为本组患者年龄偏大,术前有不同程度的充血性心力功能不全或 PH,因此,积极主张在婴幼儿早期行根治术^[5]是遏制 PH 进一步发展的最佳手段。对就诊较晚的 PH 型 DORV 者,术后治疗至关重要,选择适宜的正性肌力药物和扩张血管药物,改善心功能,降低心脏后负荷的阻力,提高心排血量;延长呼吸机辅助呼吸时间,保持轻度呼吸性碱中毒状态,有条件时加入一氧化氮(NO)吸入治疗,对降低住院死亡率有重要的意义。

参考文献

- 1 徐志伟. 小儿心脏手术学. 北京: 人民军医出版社, 2006. 431.
- 2 Stark J. Double-outlet ventricles. In: Stark J, de Leval M, eds. Surgery for congenital heart defects. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Co. 1994. 437-466.
- 3 徐卓明, 陈玲, 苏肇伉, 等. 303例右室双出口手术后早期转归. 中华胸心血管外科杂志, 2005, 21(1): 15-17.
- 4 李春华, 汪曾炜, 朱洪玉, 等. 无肺动脉狭窄右心室双出口的外科治疗. 中国胸心血管外科临床杂志, 2004, 11(4): 299-300.
- 5 莫绪明, 钱龙宝, 张儒飏, 等. 1岁内婴儿右室双出口的外科治疗. 中华胸心血管外科杂志, 2005, 21(6): 369-370.

2 Stark J. Double-outlet ventricles. In: Stark J, de Leval M, eds. Surgery for congenital heart defects. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Co, 1994. 437-466.

3 徐卓明, 陈玲, 苏肇伉, 等. 303例右室双出口手术后早期转归. 中华胸心血管外科杂志, 2005, 21(1): 15-17.

4 李春华,汪曾炜,朱洪玉,等.无肺动脉狭窄右心室双出口的外科治疗.中国胸心血管外科临床杂志,2004,11(4):299-300.

5 莫绪明,钱龙宝,张儒舫,等. 1岁内婴儿右室双出口的外科治疗. 中华胸心血管外科杂志, 2005, 21(6): 369-370.