260 例半岁内危重先天性心脏病急诊体外循环

刘 梅,肖颖彬,陈 林,王学锋,王 咏,彭 莉 (第三军医大学新桥医院全军心血管外科中心,重庆 400037)

[摘 要] **目的** 探讨危重婴幼儿体外循环(CPB)方法,为危重婴幼儿心脏手术的安全实施提供一定的经验。**方法** 2006 年 1 月至 2010 年 12 月,我科施行半岁内危重婴幼儿先天性心脏病手术 260 例,男 156 例,女 104 例,年龄 3 d 至 6 个月,平均(4.1 ± 2.2)月,体重 2.1 ~ 8.3 kg,平均(4.2 ± 1.3)kg。CPB 预充液以林格氏液为主,使晶胶比维持在(0.35∶1) ~ (0.6∶1),血细胞容积 25% ~ 28%。心肌保护均采用含血停跳液。CPB 使用进口膜肺 249 例(95.8%),国产膜肺 11 例(4.2%),转流方式包括浅低温体外循环心脏不停跳转流 33 例,中低温体外循环心脏停跳转流 168 例,深低温低流量转流 57 例和深低温停循环 2 例。转流时间 15 ~ 238 min,平均(78 ± 36) min;阻断时间 6 ~ 159 min,平均(47 ± 23) min;术中使用改良超滤和/或普通超滤 233 例(89.6%),滤出液体 50 ~ 650 mL,平均(230 ± 140) mL。**结果** 术后呼吸机支持时间 5 ~ 176 h,平均(16.5 ± 8.6) h;入住 ICU 时间 48 ~ 202 h,平均(72.6 ± 29.8) h;术后住院时间 12 ~ 28 d,平均(16.2 ± 4.7) d。术后发生低心排 28 例(10.8%),肺、脑、肝、肾等重要脏器并发症 30 例(11.9%)。全组死亡 22 例(8.5%),死亡原因包括低心排 15 例,心律紊乱 3 例,呼吸衰竭 2 例,因喂养不当误吸窒息 1 例,多器官功能衰竭 1 例。其余患儿恢复顺利,未发生与体外循环相关并发症,康复出院。**结论** CPB 期间和术后的液体管理及高质量 CPB 器材的使用可减少术后并发症发生。

[关键词] 心血管外科;体外循环;先天性心脏病;婴幼儿
[中图分类号] R654.1;R654.2 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5042(2011)05-0494-03

Application of cardiopulmonary bypass for 260 infants with severe and emergent congenital heart disease within 6 months

LIU Mei, XIAO Ying-bin, CHEN Lin, WANG Xue-feng, WANG Yong, PENG Li (Cardiovascular Surgery Center of PLA, Xinqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400037, China)

Abstract: Objective To explore the methods of cardiopulmonary bypass (CPB) in surgery for infants with severe and emergent congenital heart disease in order to provide references for the related surgery. **Methods** Totally 260 infants within 6 months were underwent surgery for severe and emergent congenital heart disease from January 2006 to December 2010. There were 156 males and 104 females, the age is from 3 day to 6 months, (4.1 ± 2.2) months in average, the weight is 2.1 ~ 8.3 kg, (4.2 ± 1.3) kg in average. The priming solution of CPB was mainly the Ranger's, the ratio of crystal and colloid was maintained between (0.4∶1) and (0.5∶1) and the Hct was 25% ~ 28%. The cardioplegia fluid with blood was used in all patients during CPB. The imported membrane oxygenator was used in 249 cases (95.8%) and the membrane oxygenator made domestically was used in 11 cases (4.2%). The methods of CPB included mild hypothemia with beating-heart in 33 cases, moderate-low hypothermia with arresting-heart in 168 cases, deep hypothermia with low flow perfusion in 57 cases and deep hypothermic circulatory arrest in 2 cases. The duration of CPB was 15 ~ 238 minutes, (78 ± 36) minutes in average and aortic cross-clamping time was 6 ~ 159 minutes, (47 ± 23) minutes in average. The modified and /or conventional ultrafiltration were used during operation in 233 cases (89.6%) and ultrafiltration fluid was 50 ~ 650 mL, (230 ± 140) mL in average. **Results** The assistant ventilation duration was 5 ~ 176 hours, (16.5 ± 8.6) hours in average; intensive care unit duration was 48 ~ 202 hours, (72.6 ± 29.8) in average; hospitalization duration was 12 ~ 28 days, (16.2 ± 4.7) days in average. The morbidity of low cardiac output syndrome (LCOS) was 10.8% (28/260) and incidence of complications concerning other important organs (lung, brain, liver, kidney, etc) was 11.9% (30/260). There were 22 cases (8.5%) died including 15 cases of LCOS, 3 cases of arrhythmia, 2 cases of respiratory failure, 1 case of asphyxia due to incorrect feed and 1 case of multi-organs dysfunction. The others were recovered well and no complication correlated with perfusion was found. **Conclusion** Reasonable fluid management during CPB and after operation as well as adopting high-quality equipments can prevent the complications postoperatively.

Keywords: cardiovascular surgery; cardiopulmonary bypass; congenital heart disease; infants

随着心脏外科和体外循环(cardiopulmonary bypass, CPB)技术及设备的进步,施行婴幼儿先天性心脏病(congenital heart disease, CHD)手术的年龄越来越小,危重复杂的患儿所占比例也越来越高,甚至已开展了妊娠期胎儿心脏手术[1],而且低体重(小于 2.5

[作者简介] 刘 梅(1963 -),女,重庆市人,副主任技师,主要从事体外循环临床应用及病理生理方面的研究。电话:(023)68774937
[收稿日期] 2011-03-10 [修回日期] 2011-04-15

kg)患儿手术风险更大[2],因此这对 CPB 方法的选择及管理也提出了更大的挑战。我科于 2006 年 1 月至 2010 年 12 月,对 260 例半岁内危重 CHD 患儿施行了急诊 CPB 下心内矫正手术。现将我们的 CPB 方法选择及管理总结如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

260 例患儿,男 156 例,女 104 例,年龄 3 d 至 6 个月,平均(4.1±2.2)月,体重 2.1~8.3 kg,平均(4.2±1.3)kg。术前常规进行胸片、心脏超声、心电图等检查。若病情复杂,则进行心血管 CT 检查或心血管造影等明确诊断(53 例,20.4%)。病种及术前合并症见表 1、表 2。有 7 例患儿(2.7%)因严重肺炎、呼吸衰竭、心力衰竭而在 ICU 即给予气管插管呼吸机辅助呼吸,结合药物治疗仍无好转而急诊手术治疗。

表 1 病种统计(n)

病种	例数	病种	例数
室间隔缺损	66	三房心	6
法洛四联症	53	法洛三联症	6
房间隔缺损	29	Ebstein 畸形	5
右室流出道狭窄	16	矫正型大动脉转位	5
双腔右心室	15	完全房室管畸形	5
部分房室管畸形	14	瓦氏窦瘤破裂	4
部分肺静脉异位引流	14	冠状动脉瘘	3
动脉导管未闭	10	完全型大动脉转位	2
全肺静脉异位引流	7		

表 2 术前合并症统计(n,%)

术前合并症	例数	术前合并症	例数
营养不良	223(85.8)	心力衰竭	121(46.5)
贫血	196(75.4)	肺炎	98(37.7)
肺动脉高压	136(52.3)	肝肾功能不全	75(28.8)
呼吸衰竭	123(47.3)	ICU 内气管插管	7(2.7)

1.2 CPB 方法

全组患儿均在气管插管静脉复合麻醉下行胸骨正中劈开入路手术。建立 CPB,使用 Stockert 和 Jostra 体外循环机,人工肺均使用膜式氧合器,其中进口膜肺 249 例(Dideco 或 Terumo,占 95.8%),国产膜肺 11 例(4.2%)。预充液早期以林格氏液为主,后期采用勃脉力 A,加入 5% 碳酸氢钠 3~4 mmol/kg,氯化钾 0.06~0.08 g/kg,10% 氯化钙 0.2~0.5 g,硫酸镁 0.375 g/kg,甘露醇 0.5 g/kg,地塞米松 2~4 mg/kg 或甲基强的松龙 20 mg/kg,使电解质和酸碱度维持在生理范围,并酌情加入全血、血浆及白蛋白,使晶体与胶体之比维持在(0.35∶1)~(0.6∶1),血细胞容积 25%~28%。在 CPB 期间常规监测各项转流指标,包括动脉压、中心静脉压、温度、尿量、血气、电解质、静脉血氧饱和度等。心肌保护采用主动脉根部冷血灌注,血与冷灌注液比例为 4∶1,同时在心包腔放置冰水以降低心脏局部温度。

CPB 转流方式包括浅低温体外循环心脏不停跳转流 33 例,中低温体外循环心脏停跳转流 168 例,深低温低流量转流 57 例(鼻咽温 20~24 ℃,灌注流量 1.0~1.5 L·m^{-1}·min^{-2})和深低温停循环 2 例(鼻咽温 16~18 ℃,停循环时间为 5~18 min)。全组患儿 CPB 转流时间 15~238 min,平均(78±36)min;阻断时间 6~159 min,平均(47±23)min;转中流量 0~3.2 L·m^{-1}·min^{-2},平均(2.41±0.67)L·m^{-1}·min^{-2};动脉压 16~112 mmHg,平均(51±16)mmHg;中心静脉压 0~24 cmH_2O,平均(7.9±5.1)cmH_2O。术中使用改良超滤和/或普通超滤 233 例(89.6%),滤出液体 50~650 mL,平均(230±140)mL。

2 结果

术毕心脏停跳患儿自动复跳 83.3%(189/227),电击复跳 16.7%(38/227)。术后呼吸机支持时间 5~176 h,平均(16.5±8.6)h;入住 ICU 时间 48~202 h,平均(72.6±29.8)h;术后住院时间 12~28 d,平均(16.2±4.7)d。术后发生低心排 28 例(10.8%),发生肺、脑、肝、肾等重要脏器并发症 30 例(11.9%)。全组死亡 22 例(8.5%),死亡原因包括低心排 15 例,心律紊乱 3 例,呼吸衰竭 2 例,因喂养不当误吸窒息 1 例,多器官功能衰竭 1 例。其余患儿恢复顺利,未发生与体外循环相关并发症,康复出院。比较死亡(死亡组)和存活(存活组)患儿相关资料,死亡患儿病变程度和手术程度更为复杂。此外两组 CPB 转流时间、阻断时间、转流方式、入住 ICU 时间、术后辅助呼吸时间、低心排发生率和心肺肝肾等器官并发症发生率等相差显著($P<0.05$),见表 3。

表 3 存活组和死亡组比较

组别	转流时间(min)	阻断时间(min)	深低温转流(n,%)	ICU 时间(h)	辅助呼吸(h)	术后低心排(n,%)	心肺肝肾等并发症(n,%)
存活组	67±32	41±19	43(18.9)	63±23	12±7	13(5.0)	9(3.4)
死亡组	85±45*	56±22*	16(72.7)*	87±37*	25±12*	15(68.2)*	21(95.5)*

*:与存活组比较,$P<0.05$

3 讨论

先天性心脏病治疗趋于婴幼儿化是心脏外科的发展方向。由于婴幼儿各大器官发育不成熟,全身血容量小,肾脏浓缩和稀释功能均较差,对水的调节范围

窄,因此在预充时应尽量选择细小管道,减少预充量,以免造成容量过多,导致心脏负荷过重,所以在预充时应维持适当偏高的胶体和晶体比例以及血细胞容积。转流前晶体稀释应尽量避免,因为这可能是 CPB 中低胶体渗透压(COP)的原因之一,预充胶体及其管理应根据每个患儿不同而不同。CPB 结束时 COP 低可能与低体重、转流前低 COP、预充时低 COP 以及大量心脏停搏液回收入循环有关[3]。我们的体会是晶体和胶体之比为(0.35∶1)~(0.6∶1),血细胞容积为 25% ~ 28% 较为合适。预充胶体以白蛋白和血浆为好。由于婴儿血容量少,为了转中达到较高的血球压积,所以均加入库血。但尽量避免术后输血,因为输血引起的风险与患儿体重、术前肌酐清除率、术前机械通气、手术时间及 CPB 阻断时间、手术本身、延迟性关胸、肌松剂和一氧化氮等均有关,增加术后并发症发生[4]。但无血预充又与很多因素有关,包括术前 Hct、手术的复杂度、CPB 时间以及患儿的体重等[5]。本组病例预充量为 360 ~ 680 mL,平均(430 ± 170)mL,胶体采用白蛋白和血浆,部分加入全血,晶胶比为(0.35∶1)~(0.6∶1)。本组病例预充液及术中补液均为林格氏液。有研究表明如果未给予外源性胰岛素,有 90% 患儿在术后 72 h 内出现高血糖症。这除了外科手术和麻醉等本身因素外,还与使用前列腺素、术前机械通气以及紫绀等因素有关,可导致术后菌血症、渗透性利尿、全身脱水、颅内出血等并发症[6-7]。因此,预充液及术中补液应尽量选择不含糖溶液。

本组病例全部采用常规 CPB 转流,即主动脉插供血管,上、下腔静脉或右心房插静脉引流管,由于婴幼儿代谢高,耗氧量大,在 CPB 期间采用高流量灌注才能满足重要脏器的血供。因此,在转流期间使桡动脉压维持在 50 ~ 70 mmHg。转流开始时,由于血液稀释、血管扩张及灌注流量低等原因,本组有 112 例动脉压较低,给予阿拉明 0.5 mg,使压力上升维持在 50 mmHg 以上,从而维持肝、肾、脑等重要器官的血供。由于婴幼儿肾脏功能只及成人的 2/3,全身的中低温虽然降低了脑代谢对氧的需要,却易引起腹腔内脏器尤其是肾血管的强烈收缩,对本来较弱的肾脏功能保护不利。因此对婴幼儿强调灌注流量要比强调灌注压更有意义,高流量灌注可减少术后脑部并发症的发生[8]。所以我们在 CPB 期间给予 140 ~ 160 mL · kg^{-1} · min^{-1} 高流量灌注,术后未发生明显的精神神经症状,所有病例未发生与 CPB 相关的并发症。

心肌保护应是一个综合性的措施,包括术前、术中和术后,以术中更为重要[9]。对高危先天性心脏病患儿术前应尽量纠正缺氧、代谢性酸中毒和心力衰竭,降低肺血管阻力。手术开始后应尽快建立 CPB,防止低血压和心律紊乱。本组病例(不包括心脏不停跳 CPB)在术中采用主动脉根部冷血持续灌注,同时在心包腔周围放置冰水使心脏局部温度保持在 10 ~ 15 ℃,尽量减少转流时间和阻断时间,术毕应彻底排除心腔内气体,防止冠状动脉气栓,使心肌得到充分保护。

此外,良好的 CPB 设备,如高质量膜肺和预充管道的应用(本组患儿全部使用膜肺,其中进口膜肺使用率 95.8%)、能应用在婴幼儿的高质量人工心肺机;外科医师、麻醉师和灌注师之间良好的配合和沟通[10-11];维持术中酸碱平衡、电解质和血气正常等都是保证手术成功和减少术后并发症的关键因素[12]。

[参考文献]

[1] Patel A, Asopa S, Tang AT, et al. Cardiac surgery during pregnancy[J]. Tex Heart Inst J, 2008, 35(3): 307 - 312.

[2] Curzon CL, Milford Beland S, Li JS, et al. Cardiac surgery in infants with low birth weight is associated with increased mortality: analysis of the Society of Thoracic Surgeons Congenital Heart Database[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2008, 135(3): 546 - 551.

[3] Golab HD, Takkenberg JJ, Bogers AJ. Risk factors for low colloid osmotic pressure during infant cardiopulmonary bypass with a colloidal prime [J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2009, 8(5): 512 - 516.

[4] Székely A, Cserép Z, Súpi E, et al. Risks and predictors of blood transfusion in pediatric patients undergoing open heart operations[J]. Ann Thorac Surg, 2009, 87(1): 187 - 197.

[5] Miyaji K, Kohira S, Miyamoto T, et al. Pediatric cardiac surgery without homologous blood transfusion, using a miniaturized bypass system in infants with lower body weight[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2007, 134 (2): 284 - 289.

[6] Moga MA, Manlhiot C, Marwali EM, et al. Hyperglycemia after pediatric cardiac surgery: impact of age and residual lesions[J]. Crit Care Med, 2011, 39(2): 266 - 272.

[7] O'Brien JE Jr, Marshall JA, Tarrants ML, et al. Intraoperative hyperglycemia and postoperative bacteremia in the pediatric cardiac surgery patient[J]. Ann Thorac Surg, 2010, 89(2): 578 - 583.

[8] Andropoulos DB, Mizrahi EM, Hrachovy RA, et al. Electroencephalographic seizures after neonatal cardiac surgery with high-flow cardiopulmonary bypass[J]. Anesth Analg, 2010, 110(6): 1680 - 1685.

[9] 李畅波,黄国武,张 春. 婴幼儿先天性心脏病手术治疗 38 例的疗效观察[J]. 中国当代医药, 2010, 17(17): 32 - 33.

[10] Ailawadi G, Zacour RK. Cardiopulmonary bypass/extracorporeal membrane oxygenation/left heart bypass: indications, techniques, and complications[J]. Surg Clin North Am, 2009, 89(4): 781 - 796.

[11] 张彦华,孙景茹,秦延平,等. 婴幼儿心脏直视术后 1282 例的肺部护理[J]. 医药论坛杂志, 31(8): 194 - 195.

[12] 庄 建,张镜芳,陈欣欣,等. 2 046 例婴幼儿期心脏病的外科治疗[J]. 中国心血管病研究杂志, 2005, 20(6): 415 - 417.

(编辑:余汇洋)