doi:10.11659/jjssx.01E016019

·病例报道·

# 低体重儿行大动脉调转手术的体外循环策略

陈祥舟,肖颖彬,王 伟,韦 洋,刘 梅 (第三军医大学新桥医院全军心血管外科研究所体外循环组,重庆 400037)

**Strategy of cardiopulmonary bypass in low-body weight neonate underwent arterial switch operation**

CHEN Xiang-zhou, XIAO Ying-bin, WANG Wei, WEI Yang, LIU Mei (Department of Cardiopulmonary Bypass, Cardiovascular Surgery Institute of PLA, XinQiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400037, China)

[关键词] 低出生体重;新生儿;室间隔完整型完全大动脉转位;体外循环
[中图分类号] R544.16 [文献标识码] B [收稿日期] 2016-06-30

新生儿完全型大动脉转位(complete transposition of great arteries,TGA)是仅次于法洛氏四联症之外最常见的紫绀型复杂先天性心脏病,其发病率占先心病患儿的7%~10%,若不及时治疗,约90%的患儿将在1岁内死亡[1]。对于室间隔完整型大动脉转位(TGA with intact ventricular spetum,TGA/IVS)由于没有较大的体-肺循环交通血流,仅靠未闭的动脉导管(PDA)和卵圆孔(PFO)或小房间隔缺损(ASD)进行有限的血氧交换,使得患儿的病死率更高[2]。绝大多数学者认为TGA/IVS的患儿最好在出生后2周内采取手术治疗,以避免患儿左心室功能退化,失去最佳治疗时机,而大动脉调转手术(arterial switch operation,ASO)被认为是目前救治出生早期TGA的最佳术式[1-3]。低体重儿(low birth weight,LBW)是指出生1 h内体质量小于等于2.5 kg的新生儿,与正常新生儿相比,低体重儿生长发育落后明显,健康状态差[4]。因此,合并先天性心脏病的低体重患儿接受手术治疗,无论对麻醉、手术以及体外循环(cardiopulmonary bypass,CPB)都提出了更高要求。我院于2015年11月首次收治1例2.2 kg新生儿合并TGA/IVS,患儿出生后第4天在全身麻醉CPB下行急诊ASO术,取得满意效果,现报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

患儿,男,胎龄$39^{+3}$周,顺产,系第3胎第1产,体质量2.2 kg,身长48 cm。因出生后发绀40 min入院,经皮血氧饱和度($SPO_2$)测量85%,经心脏彩超检查提示:复杂先天性心脏病,完全型大动脉转位(TGA),动脉导管未闭(PDA),卵圆孔未闭(PFO)。入院后完善各类常规检查,纠正酸中毒,用前列腺素E1保持PDA开放,维持仅有的体肺交通血流,持续监测$SPO_2$。入院第4天,患儿出现$SPO_2$进行性下降,呼吸急促,发绀加重,决定于当日下午在全身麻醉CPB下行急诊ASO术。

### 1.2 CPB方法

胸骨正中切口入路,先游离并结扎PDA,之后采用8Fr升主动脉插管(DLP,Medtronic,美国),16Fr直角腔静脉插管(菲拉尔,宁波)插入右心耳,建立CPB。鼻咽温30.6 ℃,采用mini-cardioplegia方式,经20号静脉留置针(Braun,德国)主动脉根部单次灌注高钾含血停搏液60 mL进行心肌保护。待心脏停跳后完成主动脉肺动脉双调转,同时降温至鼻咽温20 ℃,直肠温23 ℃,行深低温低流量(deep hypothermic low flow,DHLF)灌注5 min,切开右心房缝闭PFO,之后恢复全流量8 min待$SVO_2$大于80%,开始复温,用自体心包加宽肺动脉,之后开放主动脉,自动复跳,复温过程中使用BLS 803超滤器(Sorin,意大利)行常规超滤(conventional ultrafiltration, CUF),待直肠温达到35.5 ℃停机,停机后行保温改良超滤(modified ultrafiltration, MUF)。

CPB中未使用动脉微栓过滤器,采用S-5型人工心肺机(Stockert,德国),Dideco-D100膜式氧合器(Sorin,意大利),新生儿型CPB管道(塑研所,天津),B-care5(Stockert,德国)全程动态监测$SVO_2$。CPB预充为复方电解质100 mL,20%人血白蛋白25 mL,5% $NaHCO_3$ 5 mL,20%甘露醇6 mL,10% KCL 2 mL,25% $MgSO_4$ 0.6 mL,甲泼尼龙60 mg。CPB中应用α稳态,调节气血比,根据血气精细调整患儿内环境及电解质在正常范围。CPB中保持红细胞压积(Hematocrit,HCT)22%~29%,血浆胶体渗透压(colloid osmotic pressure,COP)11.0~15.3,患儿围术期的血气结果见表1(血气种类 A:动脉血 Arterial;V:静脉血 Venous;Lac:乳酸;Glu:葡萄糖)。

## 2 结果

转流时间149 min,阻断主动脉时间63 min。由于未使用动脉微栓过滤器,CPB基础预充量仅138 mL,CPB中使用悬浮红细胞0.5 u,维持灌注流量150~200 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$,平均灌注压(MAP)35~45 mmHg。5 min DHLF过程中维持流量40 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$,左侧桡动脉压29~32 mmHg。术中CUF 50 mL,MUF 100 mL,小便30 mL,色清。患儿仅使用小剂量多巴胺的情况下血流动力学平稳,MAP保持50~58 mmHg,术后8 h清醒,36 h拔出气管插管,12 d痊愈出院。

## 3 讨论

完全型大动脉转位患儿由于出生后即发生体肺循环分离,造成组织严重缺氧,未经治疗的患儿1个月内的病死率高达50%。室间隔完整型大动脉转位患儿如未及时予以治疗,左心室心肌纤维将在出生3周后发生不可逆的病理性改变,造成左心室功能明显退化[5],因此,早期手术至关重要。选择出生后2周内作为手术时机,即可最大程度避免术后左心室功能退化,又能让术后的左心室承担体循环的负担,以适应新的血流动力

**表1 患儿围术期各时间点及血气种类结果**

| 项目 | 麻醉诱导后 A | CPB 20 min V | CPB 60 min A | CPB 120 min V | CPB 145 min A | 术后 15 min A |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH | 7.54 | 7.21 | 7.37 | 7.37 | 7.48 | 7.42 |
| $PaO_2$(mmHg) | 37 | 47 | 233 | 36 | 314 | 84 |
| $PaCO_2$(mmHg) | 49 | 52 | 36 | 34 | 33 | 42 |
| $HCO_3^-$(mmol/L) | 19.2 | 18.8 | 20.8 | 19.7 | 24.6 | 24.0 |
| Beb(mmol/L) | -3.8 | -8.1 | -4.1 | -5.0 | -1.3 | -0.5 |
| $K^+$(mmol/L) | 3.1 | 6.6 | 5.7 | 6.2 | 5.1 | 4.5 |
| $Na^+$(mmol/L) | 130 | 131 | 136 | 136 | 139 | 138 |
| $Ca^{2+}$(mmol/L) | 1.16 | 0.89 | 0.87 | 0.74 | 1.29 | 1.21 |
| Hb(g/dL) | 109 | 85 | 87 | 96 | 99 | 112 |
| Hct(%) | 34 | 22 | 23 | 26 | 29 | 33 |
| Sat(%) | 83 | 91 | 100 | 78 | 100 | 99 |
| Glu(mmol/L) | 9.2 | 6.8 | 6.2 | 5.6 | 5.7 | 6.2 |
| Lac(mmol/L) | 1.5 | 1.4 | 2.3 | 2.8 | 2.6 | 1.8 |
| Cop(mmHg) | 16.4 | 11.0 | 12.6 | 14.8 | 15.3 | 18.0 |

学要求,目前已得到医学界一致认可[6-7]。低体重患儿由于体质量太低,各组织器官发育不成熟,神经体液调节系统发育不完善,接受心脏手术治疗风险更高,一直是临床治疗难题[8]。

我院也是首次收治低体重儿合并 TGA/IVS,其手术日体质量仅 2.2 kg,成为我院有史以来体质量最低的心脏手术患者。术中 CPB 管理的核心宗旨是通过精细化管理,维持患儿机体内环境的稳定及重要脏器功能,确保其顺利度过围手术期。现将我们的经验总结如下:①选择优质的小预充量新生儿 CPB 设备,提供良好氧合的同时减少对血液的稀释与破坏。针对该患儿,我们特意选择了 Dideco-D100 型氧合器,其预充量为 31 mL,最低操作液面刻度为 10 mL,是目前世界上预充量最小的膜式氧合器[9];该氧合器自带的过滤器孔径为 31 μm,较常规动脉微栓过滤器滤网孔径 40 μm 还要小,已经能起到很好的微栓过滤效果,同时配上灵敏的液平面监测探头,可以从根源上有效减少转中气栓的产生,因此整个 CPB 管路中我们并未用动脉微栓过滤器,即达到了进一步减少预充量又保障安全转流的目的[10];此外,配上专用新生儿管道,缩短 CPB 管路的长度,三方面措施优化了 CPB 设备及管路,使该患儿的基础预充量仅 138 mL。②优化预充方案。采用复方电解质作为基础预充液,减少外源性酸性物质对患儿内环境的影响;加入甲强龙 30 mg/kg,降低机体炎症反应;转流前将水箱温度设置在 35 ℃,对预充液进行预热保温,减轻 CPB 开始后预充液温度过低导致的应激反应;CPB 中加入人血白蛋白,使转流后 COP 至少达到术前基础值的 60% 以上[11],加入悬浮红细胞,术中 HCT 尽量维持在 25% ~30%。③充足的灌注流量。新生儿新陈代谢旺盛,需要高流量和一定的灌注压力才能保障机体重要脏器的需求[12],CPB 过程中除了 DHLF 时段外,我们均维持灌注流量 150 ~200 mL · $kg^{-1}$ · $min^{-1}$,MAP 35 ~45 mmHg,转中乳酸 1.4 ~2.8 mmol/L,尿量 30 mL,显示组织灌注良好。④心肌保护。本例患儿的心脏属于未成熟心肌,针对其特点 HTK 液应该是心肌保护的最佳选择,但由于采用单根腔静脉插管建立 CPB,为避免大量晶体液被吸回 CPB 系统,导致低钠、高钾以及 HCT 和 COP 急剧下降等不良后果,我们选择 mini-cardioplegia 行单次大剂量(30 mL/kg)高钾含血停搏液灌注,该心肌保护方法以动脉端氧合血作为底物配以高钾,减少不必要的晶体停搏液对血液的稀释,减轻心肌水肿,心脏停搏效果确切[13],除了 CPB 中 20 ~ 120 min 时段内血钾稍高(6.6 ~5.7 mmol/L)外并未出现其他不良后果,在阻断 63 min 之后重新开放主动脉,心脏自动复跳,未见任何心律失常;术后在小剂量多巴胺维持的情况下 MAP 50 ~58 mmHg,证实患儿的心功能保护效果良好。⑤中枢神经系统保护。Rossi 等[14]报道指出 2 kg 及以下低体重患儿在经历心脏直视手术后中枢神经系统并发症发生率高达 26%。本例患儿采用右心房单根腔静脉插管,为从右心房入路修补 PFO,我们应用 DHLF 的方法减少腔静脉回血,以保持术野清晰,将流量控制在 40 mL · $kg^{-1}$ · $min^{-1}$,维持左侧桡动脉压 29 ~32 mmHg,同时持续监测腔静脉 $SVO_2$,保持 $SVO_2$ 大于 60%,经过 5 min 的 DHLF 之后,恢复全流量灌注,充分偿还氧债,待 $SVO_2$ 大于 80% 才开始复温,复温过程使用 α-稳态进行血气管理,调节内环境的稳定;患儿术后 8 h 清醒,未出现任何中枢神经系统并发症,说明脑保护有效。⑥联合应用超滤技术。由于患儿体质量太低,虽然我们将基础预充量控制在 138 mL,但预充量与血容量的比值仍然很大,预充液所造成的血液稀释度也大,因此我们从复温开始进行 CUF,提高 COP,减轻组织水肿,同时结合停机后保温式 MUF[15],既维持了 MUF 时患儿的体温,又进一步提高了 HCT,减少 CPB 机余血。经过 CUF 50 mL 和 MUF 100 mL,患儿的 HCT 和 COP 分别从停机前的 29%、15.3 mmHg 上升到了 33%、18.0 mmHg,在此基础上更有利于维持患儿稳定的血流动力学状态,促进脏器功能的恢复。

综上所述,低体重儿合并室间隔完整型大动脉转位病情危重,手术精度高,难度大,CPB 作为术中必不可少的一部分,要求灌注师必须要有良好的大局观,精心优化 CPB 中的各个环节,才能为患儿顺利渡过围术期打好基础,从而有效降低围术期病死率和并发症的发生。

doi:10.11659/jjssx.05E016004

# 肾移植术后体外循环下主动脉瓣置换1例

张秋霞,刘 梅 (第三军医大学新桥医院全军心血管外科研究所体外循环组,重庆 400037)

## Aortic valve replacement with extracorporeal circulation after renal transplantation:a case report

ZHANG Qiu-xia,LIU Mei (Department of Cardiopulmonary Bypass,Cardiovascular Surgery Institute of PLA,XinQiao Hospital,Third Military Medical University,Chongqing 400037,China)

[摘 要] **目的** 总结肾移植术后移植肾功能不全合并主动脉瓣置换患者围术期的管理要点。**方法** 加强围术期移植肾功能的保护,注意长期免疫抑制剂的使用,维持恒定的血药浓度,将手术前后肾功能各项指标及心脏超声进行比较,观察有无感染和排斥反应的发生。**结果** 手术顺利,未出现严重感染和急性排斥反应。**结论** 肾移植术后瓣膜病患者,应注意维持围术期血流动力学的稳定,保证肾血流灌注,尽量减少体外循环引起的肾损伤,注意长期免疫抑制剂的使用,预防感染和急性排斥反应。

[关键词] 肾移植术后;体外循环;心脏手术;排斥反应

[中图分类号] R654.1;R699.2 [文献标识码] B [收稿日期] 2016-05-30

近20年的研究认为,肾功能不全和终末期肾病并非心脏手术的禁忌,特别是心源性肾病,由于术后心功能好转,利于肾灌注,只要围术期处理得当,可使症状改善,提高患者生活质量和后期存活率[1]。目前肾移植术后移植肾功能不全合并心脏瓣膜病手术病例报告较少。我科于2016年4月8日收治1例肾移植术后12年主动脉瓣重度关闭不全的患者,实施体外循环下主动脉瓣置换术,手术顺利,未出现严重感染和急性排斥反应,比较手术前后肾功能各项指标,效果满意,现报告如下。

## 1 资料与方法

患者,男,40岁,体质量51 kg,身高160 cm,心率100~110次/分钟,血压140~150/70~90 mmHg。患者于12年前在我院行同种异体肾移植术,手术顺利。2016年4月1日因反复活动后气促2年,加重1 d再次入院,4月8日转入我科。门诊辅助检查:尿常规、功能正常,血常规提示轻度贫血。肾功能检

## [参考文献]

[1] Wernovsky G,Mayer JE Jr,Jonas RA,et al. Factors influencing early and late outcome of the arterial switch operation for transposition of the great arteries[J]. J Thorac Cardiovasc Surg,1995,109(2):289-301. doi:10.1016/S0022-5223(95)70391-8.

[2] 刘中民,Roland Helzer,翁渝国. 实用心脏外科学[M]. 北京:人民卫生出版社,2010:458-467.

[3] Warnes CA. Transposition of the great arteries[J]. Circulation,2006,114(24):2699-2709.

[4] 金汉珍,黄德珉,官希吉. 实用新生儿学[M]. 第3版. 北京:人民卫生出版社,2003:203-206.

[5] 张玮婧,谢明星,卢晓芳,等. 大动脉调转术后解剖左心室功能与构型改变的超声心动图评价[J]. 中华超声影像学杂志,2013,22(3):185-189. doi:10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2013.03.001.

[6] 王顺民,苏肇伉,徐志伟,等. 新生儿和小婴儿心脏病手术应对策略[J]. 中华小儿外科杂志,2006,27(4):177-181. doi:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2006.04.003.

[7] 齐建川,张泽伟,郑 蓁,等. 完全性大动脉转位275例的外科治疗[J]. 中华解剖与临床杂志,2014,19(3):183-186. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-7041.2014.03.003.

[8] Kecskes Z,Cartwright DW. Poor outcome of very low birth weight babies with serious congenital heart disease[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed,2002,87(1):31-33. doi:10.1136/fn.87.1.F31.

[9] Huebler M,Redlin M,Boettcher W,et al. Transfusion-free arterial switch operation in a 1.7 kg premature neonate using a new miniature cardiopulmonary bypass system[J]. J Card Surg,2008,23(4):358-360. doi:10.1111/j.1540-8191.2007.00555.x.

[10] Gomez D,Preston TJ,Olshove VF,et al. Evaluation of air handling in a new generation neonatal oxygenator with integral filter[J]. Perfusion,2009,24(2):107-112. doi:10.1177/0267659109106825.

[11] 张玮玮,薛玉良. 婴幼儿体外循环围术期胶体渗透压的变化[J]. 中国体外循环杂志,2006,4(4):228-230. doi:10.3969/j.issn.1672-1403.2006.04.010.

[12] 罗佳文,李东玉,龙明生,等. 10 kg以下婴幼儿先天性心脏病手术体外循环管理[J]. 中国小儿急救医学,2012,19(5):488-490. doi:10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2012.05.013.

[13] 陈祥舟,刘 梅,肖颖彬,等. 微量晶体心肌保护灌注法在婴幼儿体外循环中的应用[J]. 中国体外循环杂志,2014,12(3):141-144. doi:10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2014.03.06.

[14] Rossi AF,Seiden HS,Sadeghi AM,et al. The outcome of cardic operation in infants weighting two kilograms or less[J]. J Thrac Cardiovasc Surg,1998,116(1):28-35. doi:10.1016/S0022-5223(98)70239-9.

[15] 沈 佳,张 蔚,唐嘉忠,等. 运用近红外光谱仪对不同改良超滤方式进行质控分析[J]. 中国体外循环杂志,2014,12(3):145-148. doi:10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2014.03.07.

[16] 黄国栋,曹 凡. 临床研究低体重婴幼儿的体外循环特点和管理策略[J]. 广东医学,2013,34(9):1352-1355. doi:10.3969/j.issn.1001-9448.2013.09.017.

(编辑:魏 源)