

## · 临床经验 ·

## 104 例胸主动脉瘤手术的体外循环转流经验

张曙东, 王天策, 孙卫红, 许日昊, 朱志成, 杨桂林, 柳克祥

**[摘要]:目的** 总结不同胸主动脉瘤手术所采用的体外循环(ECC)策略,探讨深低温停循环(DHCA)期间的重要器官保护方法。**方法** 2005年7月~2011年7月共完成胸主动脉瘤手术共104例,其中,采用中低温ECC完成10例,采用DHCA双侧选择性逆行脑灌注(SACP)技术完成92例,采用常温半身ECC完成手术2例。疾病种类包括DeBakey(I、II、III)型夹层、真性胸主动脉瘤和假性胸主动脉瘤。**结果** ECC时间75~371(198±51.25)min,升主动脉阻断时间35~299(125.87±67.88)min,停循环时间29~136(54.87±22.51)min,DHCA时最低鼻咽温度11.6~20(17.08±0.73)℃,常规超滤81例,超滤液量1000~4500ml,常规超滤+平衡超滤11例,超滤液量5000~7200ml,术中出现“假腔灌注”一例。104例患者手术顺利,安返监护室,术后12~72h清醒,术后早期清醒前出现躁动9例,早期低氧血症18例,肾功能不全13例。99例治愈出院,死亡5例。1例术后死于肾功能衰竭,1例死于肾功能衰竭和脑出血,1例死于术后上消化道出血及肾功能衰竭,1例死于术后多发性腔隙性脑梗、脑出血及气管食管瘘,1例死于吻合口大出血床旁开胸止血后感染。**结论** 根据胸主动脉瘤发病部位和手术方法不同,应采用不同的ECC方法。灌注师与术者的紧密配合和高水平的ECC管理是手术成功的基础。加强术中重要器官的保护是减少术后并发症和死亡率的关键。

**[关键词]:** 胸主动脉瘤;体外循环;深低温停循环;逆行脑灌注

**[中图分类号]:**R654.1 **[文献标识码]:**A **[文章编号]:**1672-1403(2012)01-0036-06

## Clinical experiences of cardiopulmonary bypass management in 104 cases of thoracic aortic aneurysm surgery

Zhang Shu-dong, Wang Tian-ce, Sun Wei-hong, Xu Ri-hao, Zhu Zhi-cheng, Yang Gui-lin, Liu Ke-xiang

Department of Cardiovascular Surgery, the Second Hospital of Jilin University ChangChun 130041, China

Corresponding author: Liu Ke-xiang, Email: kxliu64@hotmail.com

**[Abstract]: Objective** To summarize the clinical experiences of cardiopulmonary bypass (CPB) management in different type of thoracic aortic aneurysm surgery and methods of vitals protection during deep hypothermic circulatory arrest (DHCA). **Methods** From July 2005 to July 2011, total 104 patients with thoracic aortic aneurysm cases were performed with different ways of CPB. The moderate hypothermia CPB was used in 10 ascending aortic aneurysm cases, DHCA combined with bilateral selective antegrade cerebral perfusion (SACP) was used in 92 thoracic aortic cases, and femoral A-V bypass with normothermia in the lower half of the body was used in 2 descending aortic aneurysm cases. The variety of disease included DeBakey type (I, II, III) aortic dissecting aneurysm, true thoracic aortic aneurysm and false thoracic aortic aneurysm. **Results** The CPB time was 75-371 (189.76±51.33) min, the aortic cross-clamp time was 35-299 (116.69±60.38) min, DHCA time was 29-136 (51.68±20.44) min, the lowest nasopharynx temperature was 11.6-23.9 (17.73±1.91)℃ during the DHCA. The volume of 81 cases of conventional ultrafiltration (CUF) was 1000-4500 ml; the volume of 11 cases of CUF combined with balance ultrafiltration (BUF) was 5000-7200 ml. 1 case of false lumen perfusion was detected during CPB. 104 patients returned to ICU safely and recovering consciousness in 12-72 hours; 9 cases appeared dysphoria before recovering consciousness; 18 cases occurred postoperative hypoxemia and 13 cases occurred renal insufficiency. 99 cases charmed away and discharged from the hospital, 5 patients died. 1 patient died from the renal failure, 1 patient died from the renal failure and the brain hemorrhage, 1 patient died from the renal failure and the upper digestive duct bleeding, 1 patient died from the multiple lacunar cerebral infarction, the brain hemorrhage and the tracheoesophageal fistula, 1 patient died from the bleeding of anastomotic stoma and the infection after bedside chest open. **Conclusion** According to the diseased segment of thoracic aortic aneurysm and the different method of surgical operation, the suitable method of CPB should be applied. The close cooperation of

作者单位: 130041 长春, 吉林大学第二医院心血管外科

通讯作者: 柳克祥, Email: kxliu64@hotmail.com

surgeon and perfusionist and the high level of CPB management are the base of successful operation. Strengthening the protection of vitals during DHCA is the key of decreasing the postoperative complications and mortality.

[Key words]: Thoracic aortic aneurysm; Cardiopulmonary bypass; Deep hypothermic circulation arrest; Antegrade cerebral perfusion

胸主动脉瘤是一类病情相当凶险,死亡率很高的疾病。其发病率为 5.9 个/(10 万人·年)<sup>[1]</sup>。按病理解剖分类,分为真性动脉瘤、假性动脉瘤和夹层动脉瘤。特别是夹层动脉瘤,发病急,病情进展快,死亡率高。由于胸主动脉瘤术式较多,操作复杂、难度高、风险大、术后并发症较多,因此,术中采用何种体外循环(extracorporeal circulation, ECC)方法,脑保护、肾保护和脊髓保护效果如何,是手术成功和术后效果满意与否的关键<sup>[2-3]</sup>。我院 2005 年 7 月~2011 年 7 月在多种 ECC 下共完成胸主动脉瘤手术 104 例,临床效果满意,现对其体外循环转流经验及深低温停循环(deep hypothermic circulatory arrest, DHCA)期间的重要器官保护方法做以总结,供大家参考。

## 1 资料与方法

**1.1 临床资料** 2005 年 7 月~2011 年 7 月我院连续收治胸主动脉瘤患者共 104 例,男 75 例,女 29 例。年龄 26~75(48.69±13.43)岁,体重 32~110(70.33±12.04)kg。所有病例均经心脏超声和胸部 CT 和 CT 血管造影(CTA)检查,确定动脉瘤类型、病变部位及范围,部分病例做血管三维成像,以便进一步明确诊断和指导手术实施。病种及合并症见表 1,手术方式及 ECC 方法见表 2。

**1.2 麻醉方法** 104 例患者均采用常规静脉复合麻醉方式,以咪唑安定、芬太尼、琥珀胆碱诱导,异丙芬、芬太尼、哌库溴胺维持麻醉。所有患者常规穿刺(右/左侧)桡动脉及颈内静脉作为术中压力监测, DHCA 手术要加穿左侧足背动脉或股动脉,停循环时头部加冰帽行深低温脑保护。

**1.3 ECC 设备及预充** 使用 Sarns 8000 和 Stockert S5 型人工心肺机, Stockert III 型变温水箱,转机时间长的手术使用 SORIN 离心泵, Terumo SX18 和 MAQUET 膜肺, DHCA 手术采用单泵三管体外循环管道,常规安装 Terumo 超滤器;预充液包括乳酸钠林格氏液、人工胶体(血定安、万汶)/血浆,红细胞悬液,预充总量在 1 500~1 800 ml,预充后晶胶比例在 0.4~0.6 之间;转中药物:10% 硫酸镁、10% 葡萄糖酸钙、10% 氯化钾、5% 碳酸氢钠、20% 甘露醇、速尿、白蛋白及抗生素。转中维持红细胞比容(Hct) 0.20~0.25,必要时加入红细胞悬液及血浆。

**1.4 ECC 管理** 对于不涉及主动脉弓部的升主动脉置换术、David (Yacoub) 术、Cabrol 术、Wheat 术和 Bentall 手术常规采取中低温(鼻咽温 28℃) ECC,使用变温水箱行血流降温,灌注流量 1.8~2.4 L/(m<sup>2</sup>·min),平均动脉压 60~80 mm Hg,常规 4:1 冷血停搏液保护心肌,30 min 重复灌注一次;胸降主动脉人工血管置换采取常温半身 ECC 方法(股-股转流或左心转流),鼻咽温大于 35℃,流量 2.2~2.6 L/(m<sup>2</sup>·min),上半身收缩压维持在 90~110 mm Hg,下半身平均动脉压控制在 60 mm Hg 以上,以有尿液滴出为理想灌注。对于需要在 DHCA 下完成的胸主动脉瘤手术,麻醉完成后,用变温毯进行体表降温, ECC 开始后,进行血流降温,并使用血管活性药硝酸甘油,使全身均匀降温,降温时间要大于 40 min,鼻咽温度达到 15~18℃,肛温达到 25℃左右。DHCA 期间,采用双侧颈总动脉进行选择性地逆行脑灌注(selective antegrade cerebral perfusion, ASCP),流量 500~700 ml/min,脑灌注压力经右侧桡动脉监测在 40~60 mm Hg 之间。术中注意重要脏器和血

表 1 全组病种及术前主要合并症(例)

病种	例数	AI	MI	TI	AF	心包积血	肾功能不全	高血压
DeBakey I 型夹层动脉瘤	63	8	1	1		26	9	58
DeBakey II 型夹层动脉瘤	6	4				2		6
DeBakey III 型夹层动脉瘤	19						2	17
升主动脉瘤(马凡氏综合征)	7	6	2	1	1			2
弓部动脉瘤	5							
胸降主动脉瘤	4							

注:AI:主动脉瓣关闭不全,MI:二尖瓣关闭不全,TI:三尖瓣关闭不全,AF:房颤

表 2 术式及体外循环方法(例)

术式	ECC 方法	插管部位	例数	死亡(例)
Bentall + 全弓置换 + 支架象鼻术 (MVR × 1)	DHCA + ASCP	FA - (SVC + IVC)	2	
Wheat + 全弓置换 + 支架象鼻术	DHCA + ASCP	FA - (SVC + IVC)	5	1
升主动脉置换 + 全弓置换 + 支架象鼻术	DHCA + ASCP	FA - (SVC + IVC)/RA	9	2
全弓置换 + 象鼻术	DHCA + ASCP	FA - (SVC + IVC)	2	
升主动脉置换 + 支架象鼻术 (右半弓置换 × 1)	DHCA + ASCP	FA - (SVC + IVC)	38	1
升主动脉置换 (右半弓置换术 × 1)	DHCA + ASCP	FA - (SVC + IVC)	4	
Bentall (MVR × 2, MVP × 1)	MHECC	AAO - (SVC + IVC)	9	1
Bentall + 右半弓置换	MHECC	FA + IA - (SVC + IVC)	1	
Bentall (支架象鼻术 + MVP + TVP) × 1	DHCA + ASCP	FA - (SVC + IVC)	2	
Wheat + 支架象鼻术 (TVP × 1)	DHCA + ASCP	FA - (SVC + IVC)	8	
Wheat	DHCA + ASCP	FA - (SVC + IVC)	1	
支架象鼻术 (弓内膜破口修补术 × 1, 弓部动脉瘤内口修补 × 1)	DHCA + ASCP	FA/AAO - (SVC + IVC)	21	
胸降主动脉人工血管置换	NTECC	FA - FV	2	

注:FA:股动脉,FV:股静脉,SVC:上腔静脉,IVC:下腔静脉,RA:右心房,MHECC:中低温体外循环,MVR:二尖瓣置换,TVP:三尖瓣成形,IA:无名动脉,NTECC:常温体外循环,AAO:升主动,RA:右心房

液功能的保护,其中,心肌保护采用低温、高钾,4:1冷血停搏液,首次灌注量 20 ml/kg(钾离子浓度 20 mmol/L),根据手术进程,30~40 min 灌注一次,灌注剂量减半(钾离子浓度 10 mmol/L),心包腔内心脏周围放入冰泥以加强心肌的保护效果。手术主要操作完成后,开始全身复温,根据血气的 pH 值和 BE 值(28℃ 以下采用 pH 稳态管理血气,28℃ 以上采用 a 稳态管理血气<sup>[4]</sup>)用 5% 碳酸氢钠调整血液酸碱平衡,鼻咽温 28℃ 时,用 20% 甘露醇 1 g/kg 对脑组织进行脱水治疗和加强肾脏的渗透性利尿功能。加入 400~1 600 ml 红细胞悬液和 400~800 ml 血浆以便提高血液的 Hct 和保护血液的凝血功能;根据患者术前是否有低蛋白血症及术中血浆用量,超滤后期加入人血白蛋白 20~40 g 使血液胶体渗透压保持在 18~24 mm Hg;加入 10% 氯化钾、10% 氯化钙、20% 硫酸镁调节电解质平衡。灌注中对血液进行间断或连续常规超滤或联合应用平衡超滤,通常超滤出 3 000~6 000 ml,使停机后血液 Hct ≥ 0.25。复温的速度要缓慢、均匀,最高水温不超过 38℃,水温和鼻咽温温差小于 10℃,鼻咽温和肛温温差小于 5℃,

复温时间在 60 min 以上,配合使用扩血管药物硝酸甘油,扩张全身微循环血管,以增加全身复温效果。手术完毕,符合停机条件,停止转流。

## 2 结果

ECC 时间 75~371(189.76 ± 51.33) min,升主动脉阻断时间(n = 102)35~299(116.69 ± 60.38) min,停循环时间(n = 92)29~136(51.68 ± 20.44) min,停循环时最低鼻咽温度 11.6~23.9(17.73 ± 1.91)℃,常规超滤 81 例,超滤液量 1 000~4 500 ml,常规超滤 + 平衡超滤 11 例,超滤液量 5 000~7 200 ml。术中出现“假腔灌注”1 例。104 例患者手术顺利,安返监护室,术后 12~72 h 清醒,术后早期清醒前出现躁动 9 例,短期低氧血症 18 例,肾功能不全 13 例,99 例治愈出院;死亡 5 例,其中 1 例术后死于肾功能衰竭,1 例死于肾功能衰竭和脑出血,1 例死于术后上消化道出血及肾功能衰竭,1 例死于术后多发性腔隙性脑梗、脑出血及气管食管漏,1 例死于吻合口大出血床旁开胸止血后感染。

### 3 讨论

根据胸主动脉瘤发病原因和部位的不同,手术方法也多种多样,动脉插管部位的选择及 ECC 实施和管理方法也各不相同,特别是需要 DHCA 的胸主动脉瘤手术的 ECC 管理则更为复杂,对脑、脊髓、肾脏保护要求更高,其效果如何直接关系到手术成败和患者在监护室恢复的进程。由于本组大部分病例为 DHCA 手术病例,作者就 DHCA 期间的大脑、肾脏和脊髓重要器官保护及股动脉插管的利弊进行讨论。

**3.1 脑保护** DHCA 手术的脑保护一直是心脏外科研究的课题,目前该类手术脑保护有三种方法,即单纯 DHCA 脑保护,深低温(或中低温)并用 SACP 脑保护和深低温并用逆行脑灌注(retrograde cerebral perfusion, RCP)脑保护。这三种脑保护方法各有其优点和不足。脑保护效果还与降温、复温的速度与时间,水箱与鼻咽温度差设定,血浆胶体渗透压,术中 Hct、电解质和酸碱平衡的调节、脑保护药物应用、手术全过程的 ECC 管理和掌控水平有着密切的关系。

单纯 DHCA 脑保护可以为术野提供安静无血的环境,也为大脑及全身脏器提供低温保护,但保护时间有限,有报道鼻咽温降到 15℃,直肠温降到 20℃时,停循环 40 min 是安全的,超过这一时限术后神经系统并发症显著增加<sup>[5]</sup>。对于部分大于 60 min 的复杂的全主动脉弓替换+降主动脉支架象鼻手术,如果单纯应用 DHCA 技术,将增加对神经系统的严重损害,因此,DHCA 并用 SACP 或 RCP 技术应运而生,使得 DHCA 手术时间得以相应延长,为复杂的全主动脉弓替换手术脑保护增加了宝贵的时间,也使中低温(直肠温度 28℃)全主动脉替换手术成为可能。

RCP 技术有三种:上腔静脉逆行灌注法(SVC-RCP),上、下腔静脉同时灌注法(SIVC-RCP)和全身逆行灌注法(TBRP)。SVC-RCP 比较常用,但目前该灌注法临床效果仍有很大争议<sup>[6]</sup>,因部分人的颈静脉系统存在静脉瓣<sup>[7]</sup>,可能影响逆行性脑灌注的效果,如果压力控制不好,可以引起脑水肿,而且上腔静脉和下腔静脉之间存在侧枝循环,脑保护效果存在不确定性,我院尚未应用此类技术。

SACP 技术目前分为单侧 SACP 及双侧 SACP。单侧 SACP 应用前提是大脑 wills 环完整存在,否则会使一侧大脑半球血液供应受到影响,脑保护效果差,术后神经系统并发症会增加。双侧 SACP 方法

是经无名动脉及左颈总动脉直视插入带气囊脑灌注管,流量控制在 500~700 ml/min,经右侧桡动脉测压,一般在 40~60 mm Hg 之间。其在理论和实践上避免了大脑 wills 环不完整问题,使双侧大脑半球血液灌注更均匀,脑保护效果更确切。SACP 效果优于 RCP,是脑保护的首选方法<sup>[8-10]</sup>,当预计 DHCA 时间大于 40~50 min 时,最好选用双侧 SACP 技术<sup>[11]</sup>。双侧 SACP 技术缺点是术野插管较多,插管过程繁琐并可能导致颈部血管损伤和脑栓塞危险。我院 92 例 DHCA 胸主动脉瘤手术均采用了双侧 SACP 技术,停循环时间大部分在 40 分钟以上,停循环最长时间 136 min,从术后脑保护效果看,没有发现大脑缺血、缺氧表现或由此引起的脑神经系统并发症。

在以上脑保护技术基础上,温度管理也很重要,体表和血流降温时间要大于 40 min,复温时间要大于 60 min,水箱出水口实际温度与机体鼻咽温度差小于 10℃,鼻咽温度与直肠温差在降复温过程中要小于 5℃,降复温速度要小于 0.5℃/min,本组复温速度为 0.15~0.25℃/min,如果复温过快容易造成脑组织复温不均匀、脑血流和代谢不平衡,导致术后神经系统并发症发生<sup>[11-12]</sup>,也会给肾脏、脊髓及机体其他器官造成损伤。

**3.2 肾脏的保护** DHCA 手术术中肾功能的有效保护是减少术后死亡率主要手段之一。对于部分 DeBakey I 型及 III 型夹层患者,由于腹主动脉的夹层而导致术前肾功能不全、少尿或无尿病例,ECC 期间肾保护就更为重要,有效的血流重建就更为迫切和必要。在降、复温期间,保证肾脏充足的灌注流量及有效灌注压力。一般肾脏的有效滤过压大于 40 mm Hg,ECC 期间足背平均动脉压尽可能保持在 60 mm Hg 左右。对于 DeBakey I 型及 III 型夹层患者,如果夹层累及肾动脉(肾动脉起自真腔,但受假腔所压,导致真腔较小或肾动脉起自假腔),消灭假腔,恢复肾动脉有效血流是减少肾缺血和缺氧性损伤的关键。如果夹层破口起自腹主动脉(形成逆行夹层)或腹主动脉存在第二破口,且累及左、右肾动脉,降主动脉支架象鼻术的效果可能难以减少或消灭肾动脉假腔,肾血流恢复或重建效果可能较差,术后肾功能不全发生几率可能较高,胸、腹主动脉联合置换手术对消灭假腔、肾血流恢复和肾功能保护是较好的选择。术中经股动脉插管灌注,可能对肾的灌注和肾保护效果可能会更好(还有待进一步观察和论证)。术中应尽量减少停循环时间,对肾及其他重要器官功能的保护至关重要。针对肾保护可应用甘露醇和速尿加强利尿功能。本组术前 11 例肾功能不

全患者除 3 例死亡,其余 8 例均治愈出院,术后新增 2 例轻度肾功能不全病例也治愈出院。

**3.3 脊髓的保护** 在 DHCA 手术中,脊髓功能的成功保护是减少术后下肢功能不全或截瘫发生的关键。脊髓在不同温度下能耐受缺血时间<sup>[12]</sup>:常温脊髓缺血 20 min 就可能发生截瘫;鼻咽温 28~30℃ 脊髓缺血安全时限 30 min;鼻咽温度 15℃ 脊髓安全时限 90 min。低温是停循环期间脊髓保护的基础。在血流降温完成后,还要用深低温(8~15℃)水流的变温毯对背部和脊髓持续降温,使脊髓一直处于深低温状态。术中应尽量减少停循环时间,以避免或减少脊髓因长时间缺血、缺氧引起的损伤。恢复循环后,不要急于复温,待静脉血氧饱和度升至 70% 以上开始复温。目前多数医院在 DHCA 手术中,直肠温降至 25℃ 以下来完成全主动脉弓置换和(或)降主动脉支架象鼻术,但也有部分医院采用中低温(直肠温 28℃)停循环来完成该类手术并取得较好效果,其前提是降主动远端吻合用时较短,并且能及时恢复下半身血流灌注。对于胸、腹主动脉联合置换手术,胸腰段 T9-L1 肋间动脉为脊髓供血的重要分支,此段肋间动脉的血流重建非常重要,是减少截瘫发生率的关键<sup>[13]</sup>。本组 92 例 DHCA 手术均在直肠温 25℃ 以下完成的,没有进行胸、腹主动脉联合置换手术,术中脊髓的保护效果较好,术后均没有下肢功能不全或截瘫发生。

**3.4 假腔灌注、脑栓塞与股动脉插管灌注** 在治疗胸主动脉瘤手术中,经常采用股动脉插管建立 ECC,并获得了较好灌注效果。但经股动脉插管主动脉灌注是一种逆行血流灌注,可能会造成重要器官灌注不良或脑栓塞,也可能造成下肢缺血、血栓形成和局部感染、等并发症。远期股动脉狭窄或阻塞,在胸降主动脉远端与带侧支人工血管吻合完成后,还需将股动脉供血管转接至人工血管侧支进行顺行供血,以防止下肢产生缺血。本组 92 例 DHCA 手术均采用了股动脉插管灌注,术后结果虽然比较满意,但术中出现假腔灌注 1 例和术后多发性腔隙性脑梗 1 例。假腔灌注是在 DeBakey I 型夹层手术刚恢复循环并准备复温时发现:左侧足背动脉平均动脉压(MAP)大于 60 mm Hg,右侧桡动脉 MAP 小于 10 mm Hg,人工血管空瘪、无血的异常现象,遂判断股动脉插管出现了假腔灌注,马上经人工血管分支插另一支动脉供血管进行上半身灌注(单泵双管,上下半身同时灌注,后期过度到人工血管分支支灌注),顺利完成手术,术后恢复顺利。假腔灌注产生原因是腹主动脉夹层存在第二破口,恢复血流后,血

管破口内膜片摆动,封住血管真腔,或血流经破口直接进入假腔,假腔扩大,压闭了真腔,导致上半身血流中断。1 例术后出现多发性腔隙性脑梗,原因可能是股动脉逆行血流灌注将胸腹主动脉血栓或脱落的动脉粥样硬化斑块冲入脑中,也可能是双侧脑灌注插管时造成左、右颈总动脉粥样硬化斑块脱落所致。为了减少脑栓塞及假腔灌注发生,作者建议 DeBakey (I、III)型夹层手术采用锁骨下动脉或腋动脉插管,其优点是主动脉顺行血流灌注,很少产生假腔灌注,且无需在术中将动脉插管移至人工血管上。目前,该项技术受到多数外科医生认可和采用。

综上所述,胸主动脉瘤手术的成功除了需要有精湛的大血管手术技术和丰富经验的外科医生,还要有能熟练运用多种灌注技术、全面分析和掌握患者术中机体所处的状态并有超强判断异常现象能力的灌注师,通过术者、灌注师和麻醉师紧密配合与沟通来完成多种高难度大血管手术。术中采用哪个部位插动脉供血管,采用何种脑保护技术除与胸主动脉瘤病变部位、特点、程度及性质有关外,还与术者的指导思想和手术习惯有关。良好的大血管手术 ECC 管理和掌控能力,全面、合理的重要器官保护措施是手术成功、减少术后并发症和死亡率的前提。从本组的结果来看,我院在胸主动脉瘤手术中,无论是手术方式的选择,还是 ECC 管理及重要器官的保护等方面,方法合理,效果确切,结果满意。但也存在不足之处,如动脉插管部位单一,缺少胶体渗透压监测,缺少术后止血期间血液回收装置的应用。

#### 参考文献:

- [1] 刘维永. 胸主动脉瘤及主动脉夹层外科治疗进展. 中国胸心血管外科临床杂志[J], 2003, 10(1): 50-53.
- [2] 管玉龙, 万彩虹, 董培青, 等. 直肠温度 25℃ 时停循环选择性脑灌注的探讨[J]. 中国胸心血管外科杂志, 2009, (256): 390-392.
- [3] Bakhtary F, Dogan S, Zierer A, *et al.* Antegrade cerebral perfusion for acute type A aortic dissection in 120 consecutive patients [J]. Ann Thorac Surg. 2008, 85(2): 465-469.
- [4] 杨九光, 王立伟, 龙村, 等. 单泵双/三管及单/双侧选择性脑灌注在全主动脉弓替换术中的应用 [J]. 中国体外循环杂志, 2006, 4(1): 1-4.
- [5] 胡克俭, 程玥, 赵赞, 等. 深低温停循环在主动脉手术中应用-30 例报告[J]. 中国体外循环杂志, 2005, 3(2): 100-102.
- [6] 刘宁宇, 孙立中. 不同脑灌注方法在主动脉弓部手术中的应用 [J]. 中国体外循环杂志, 2004, 2(3): 187-190.