

## · 学术交流 ·

## 日本小儿先天性心脏病的体外循环

南 茂,加藤篤志

[关键词]: 先天性心脏病;体外循环;灌注;安全

[中图分类号]:R654.1 [文献标识码]: A [文章编号]:1672-1403(2012)04-0193-03

据日本胸部外科学会的调查,我国先天性心脏病(先心病)的手术量近 20 年来每年在 8 500 ~ 9 500 例之间。其中体外循环(cardiopulmonary bypass, CPB)手术量在 7 000 例以上,见图 1。新生儿的 CPB 手术量有增加趋势<sup>[1]</sup>。如何改善小儿先心病灌注的管理,我们对进行小儿先心病灌注的主要医院进行了调查,现将调查的结果和小儿先心病 CPB 领域的现状报告如下。

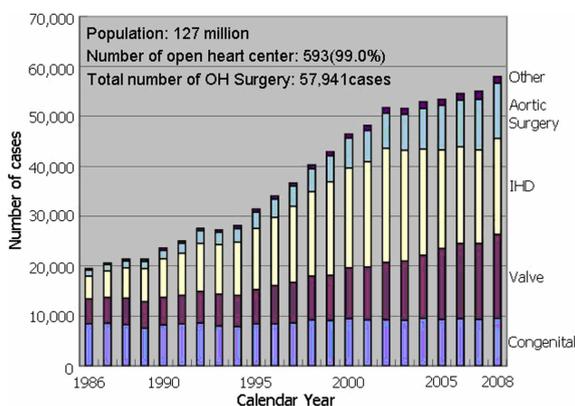


图 1 日本近 20 年心血管手术量及分类

## 1 调查方法

寄送调查表给实施小儿先心病 CPB 的医院。调查内容:CPB 的例数、预充量、CPB 中的红细胞比容(Hct)、CPB 中的体温、何种病例使用深低温停循环(deep hypothermic circulatory arrest, DHCA)灌注方法、组织器官灌注的监测、安全设备使用的情况。发送给了 31 家医院,25 家有回复(回收率:80.6%)。有回复的医院:大学的附院 10 家、小儿专科医院 8 家、国家公立医院 1 家、红十字医院 3 家、私立医院 3 家。

## 2 调查结果分析

每年 CPB 例数在 100 例以下的 8 家、101 ~ 200

例 12 家、201 ~ 300 例 2 家、301 例以上 3 家。根据调查的结果得出了日本小儿 CPB 的特点以及独特的方法、技术和最近的 CPB 灌注趋势。

## 2.1 日本小儿 CPB 方法和技术特点

2.1.1 CPB 预充量的减少 小儿 CPB 使用的人工心肺机 69.4% 的医院用的是模块化可远距离控制泵的人工心肺机。这种心肺机可以自由的安放泵的位置,使膜肺、动脉过滤器等离手术野更近,管路长度缩短。左、右心吸引泵、心肌保护液灌注泵、超滤的泵靠近静脉储血器,这样可以减少预充量。见图 2。

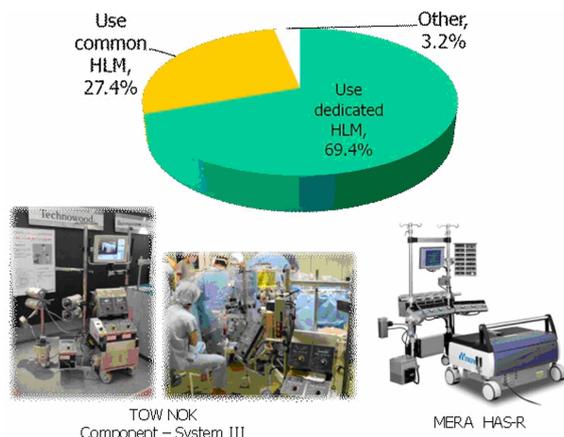


图 2 日本常用的人工心肺机

日本企业开发的一些耗材有助于减少预充量。动脉过滤器内置在膜肺里、低预充量的膜肺和低预充量的动脉过滤器、低的动态液平面而可视性增加的静脉储血器等耗材用于先心病 CPB 灌注(表 1、图 3)。CPB 管路的连接使用软性接头可以减少连接处的预充量和减少连接处的打折,管路设计的灵活性增加,可以优化管路的长度。

在灌注流量 1.0 L/min 以下时 CPB 预充量平均为 261 ml(最少 110 ml)。引流的方法比较,落差引流(Gravity Assisted Venous Drainage:GAVD)时预充量平均 290 ml(最少 140 ml)、真空辅助引流(Vacuum Assisted Venous Drainage:VAVD)时预充量平均

表 1 低预充量膜肺和过滤器技术参数

膜肺	RX-05	FX-05	OXIA-IC	COX	动脉过滤器( $\mu\text{m}$ )	FT-15	FT-50
公司	TERUMO	TERUMO	JMS	SENKO		JMS	JMS
体表面积( $\text{m}^2$ )	0.5	0.5	0.39	0.6		40	40
最大流量(L/min)	1.5	1.5	2.0	2.0		2.5	7.0
预充量(ml)	43	43	37	49		15	50



图 3 婴幼儿膜式氧合器和动脉过滤器

163 ml(最少 110 ml)、泵辅助引流(Roller - Pump Assisted Venous Drainage: RAVD)平均 280 ml(最少 140 ml)。辅助引流的方法可以减少预充量。器械辅助的引流比 GAVD 引流的预充量少。特别是 VAVD,因不需要落差,静脉储血器的位置可放的高一点、引流管路的直径可小一点,是三种引流方法中预充量最小的。同样是器械辅助的引流方法,RAVD 的引流管路会较长,对减少预充量不利。婴幼儿灌注流量 1.5 L/min 以下的平均 365 ml,最少 115 ml。先心病的 CPB 都在努力地减少预充量。

**2.1.2 稀释度** 各医院 CPB 中最低的 Hct 限定新生儿 0.30 的为最多(11 家),婴幼儿和小儿为 0.20 的医院最多(23 家)。日本有一家医院每年 300 例以上的 CPB 手术,包括简单和复杂的先心病手术。2008 年的报告自 1994 年 7 月到 2005 年 3 月的 10 年间实施了 CPB 手术 2 164 例,积极减少输血,其中 2 050 例没有输血。输血回避率 94.7%<sup>[2]</sup>。

**2.1.3 避免停循环和不均衡的灌注** 复杂先心病的 CPB 有时用 DHCA。由于停循环时脏器的灌注也停止了,因此,术后这些脏器的功能有可能受影响,脑的很多功能也有可能受到影响。日本小儿心脏手术中停循环的比率占 CPB 手术的 0.8%。主要是 Norwood、主动脉缩窄(CoA)/主动脉弓离断(IAA)、全肺静脉回流异常(TAPVR)等复杂先心的修复术。左心发育不良综合征和 Norwood 的手术病例只有 10% 的手术应用 DHCA,理由是 Norwood 和 CoA/IAA 手术时,在左颈总动脉和降主动脉二处插管供血以避免停循环,这种方法也叫分离 CPB<sup>[3]</sup>(图 4),或者

用选择性脑灌注。不用停循环的 Norwood 手术,体温可控制在 28℃ 左右,在比较高的温度下进行 CPB,可以防止 DHCA 引起的脏器损伤和血液凝血功能的损伤。

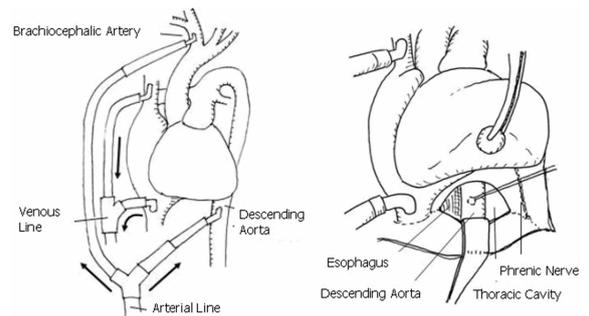


图 4 分离体外循环灌注

日本所有的医院都采用指末梢氧监测仪监测上肢的脉搏氧饱和度( $\text{SpO}_2$ )。其中 54.8% 的医院也常用这个监测上肢的  $\text{SpO}_2$ ,还有 41.9% 的医院根据病例的情况用这个监测下肢的  $\text{SpO}_2$ 。另外,用红外线氧饱和度( $\text{rSO}_2$ )监测仪监测头部的  $\text{rSO}_2$ ,经常用这种监测仪的医院占 51.6%,根据病例情况使用的医院占 32.3%。最近也有医院用这个监测腹部和下肢的  $\text{rSO}_2$ ,目的是观察 CPB 中或结束后末梢循环的情况。监测可防止末梢循环和脏器循环的灌注不均衡和提供良好的全身灌注。

### 3 安全对策

CPB 机器有多种安全设置可用来做安全对策。

日本 CPB 技术医学会 (The Japanese Society of Extra-Corporeal Technology in Medicine: JaSECT) 发布的《人工心肺机安全装置设置标准》<sup>[4]</sup>, 推荐给各医院使用。安全设置项目分 3 个等级:

等级 1 (图 5) 必须做到 CPB 中基本的 6 个安全设置项目: ① 静脉储血器的平面监测; ② 膜肺前的压力监测; ③ 动脉过滤器入口压力的临时监测; ④ 离心泵的流量计; ⑤ 使用动脉过滤器或气泡捕捉器; ⑥ 心肌保护液压力监测。

等级 2 (图 6) 能做到 9 个安全设置项目: ① 静脉氧饱和度监测; ② 静脉储血器平面监测并可控制主泵; ③ 气泡监测; ④ 气泡监测可控制主泵; ⑤ 灌注管压力高时的报警功能; ⑥ 高压时可控制滚压泵的主泵; ⑦ 动脉过滤器的使用; ⑧ 心肌保护液灌注高压时的报警功能; ⑨ 心肌保护液灌注管路气泡监测。

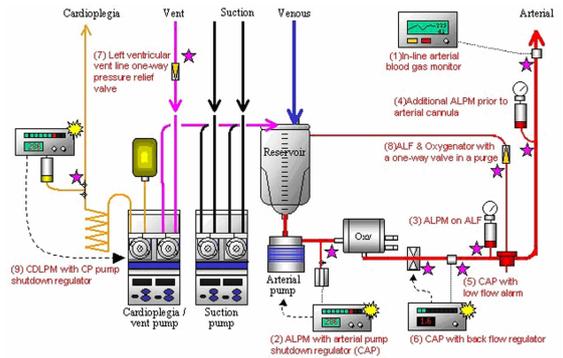


图 7 理想的 9 个基本安全设置

调查结果显示安全设置使用状况: 达不到等级 1 的 15%、达到等级 1 的 45%、达到等级 2 的 15%、达到等级 3 的 25%。这个结果不是很满意, JaSECT 的调查结果还没有这个高, 因为包括了成人 CPB 的医院, 小儿 CPB 的安全设置相对比较高。

#### 4 结论

日本治疗先心病的医院 CPB 各有自己独特的方法, 调查的难度较大。这次的调查是比较大的规模, 因而, 能反映出日本小儿先心病 CPB 的现状。

各医院都在做减少预充量的努力, 企业也在努力开发。实施低预充量的 CPB、减少血液与异物接触面积也可以抑制炎症反应、减少输血量。加强 CPB 管理和监测末梢循环可避免不均衡分布的灌注和停循环, 努力防止脏器的损伤以保证良好的全身灌注。JaSECT 安全对策委员会讨论如何提高 CPB 系统的安全性。其中 2007 年发布的《人工心肺安全装置设置标准》每 2 年更新一次。JaSECT 强调 CPB 的安全性, 日本的小儿和成人 CPB 手术的安全性会越来越高。

#### 参考文献:

[1] Sakata R, Fujii Y, Kuwano H. Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 2008: annual report by The Japanese Association for Thoracic Surgery [J]. Gen Thorac Cardiovasc Surg, 2010, 58(7): 356-383.  
 [2] 高橋幸宏. 無輸血開心術の現状. メディカ出版. 3(1). 2008, 111-118.  
 [3] Imoto Y, Kado H, Shikawa Y, et al. Experience with the Norwood procedure without circulatory arrest [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2001, 122(5): 879-882.  
 [4] 日本体外循環技術医学会. 人工心肺における安全装置設置基準. 2007.

(收稿日期: 2012-03-15)  
(修订日期: 2012-05-24)

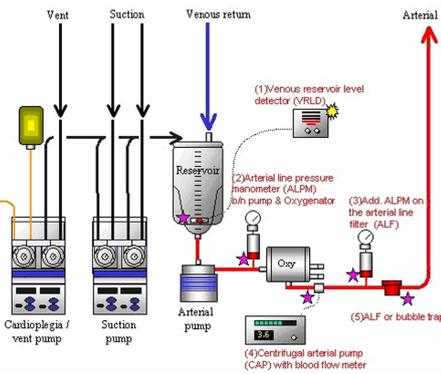


图 5 CPB 中的 6 个基本安全设置

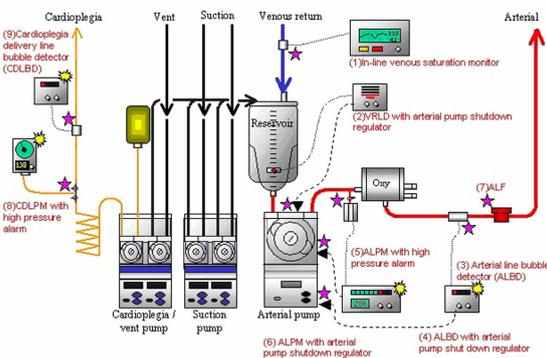


图 6 CPB 中的 9 个基本安全设置

等级 3 (图 7) 理想的 9 个项目: ① 动脉血的连续血气监测; ② 离心泵高压时可控制主泵; ③ 动脉过滤器入口压力的连续监测; ④ 动脉过滤器和动脉插管间压力的监测; ⑤ 离心泵低流量报警设定; ⑥ 离心泵反流防止对策; ⑦ 左心引流管单向阀的使用; ⑧ 动脉过滤器和膜肺储血器之间的排气管要使用单向阀; ⑨ 心肌保护液灌注高压时可控制泵。