

• 论著 • 先天性心脏病 •

# 右室流出道重建术治疗复杂先天性心脏病的临床研究——单中心 10 年随访分析



罗凯, 郑景浩, 祝忠群, 潘燕军, 何晓敏, 徐志伟, 刘锦芬

上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 心胸外科 (上海 200127)

**【摘要】** 目的 总结分析多种右心室流出道手术治疗复杂性先天性心脏病(先心病)的临床经验。方法 回顾性分析 2007 年 1 月至 2017 年 1 月我院胸外科共收治 3 138 例右心系统复杂性先心病患儿的临床资料, 其中男 1 660 例、女 1 478 例, 手术年龄 9 d ~ 84 个月, 体质量 2.2 ~ 28.6 kg。所有患儿均完成右心室流出道重建术, 手术方法包括肺动脉补片扩大术 2 335 例, 自体组织连接右心室 289 例, 外管道重建右室流出道例 514 例。结果 术后早期死亡 186 例 (5.9%), 死亡原因主要为严重低心排量综合征, 肺高压危象及右心衰。中远期死亡 5 例 (术后 6 ~ 27 个月), 死亡原因主要为心功能不全和突发猝死。术后共随访 2 782 例患儿, 中远期随访结果: 右心室流出道梗阻 408 例, 肺动脉及分支狭窄 340 例, 中度以上肺动脉瓣反流 309 例。394 例患儿实施二次手术, 再手术率为 12.6%, 术后死亡 39 例, 死亡率为 9.9%。随访过程中, 90% 以上患儿心功能恢复良好, 纽约心功能分级 (NYHA) 达到 II 级以上。结论 右心室流出道覆盖范围广, 解剖结构复杂多变, 手术方法多样, 且各具优势, 中远期预后均较满意。手术方案应根据病变类型、解剖特点, 临床症状以及手术条件等多方面因素进行个体化制定。

**【关键词】** 复杂性先天性心脏病; 右心室流出道重建术; 自体组织; 外管道;

## Clinical study of right ventricular outflow tract reconstruction for complex congenital heart disease—a Single-center 10-year follow-up analysis

LUO Kai, ZHENG Jinghao, ZHU Zhongqun, PAN Yanjun, HE Xiaomin, XU Zhiwei, LIU Jinan

Department of Cardiothoracic Surgery, Shanghai Children's Medical Center, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai, 200127, P.R.China

Corresponding author: ZHENG Jinghao, Email: zhengjh210@163.com

**【Abstract】 Objective** The purpose of this report was to assess the mid- and long-term outcomes of right ventricular outflow tract reconstruction for children with congenital heart disease. **Method** We retrospectively analyzed the clinical data of 3 138 children with right heart system complicated congenital heart disease admitted to our hospital from January 2007 to January 2017. There were 1 660 males and 1 478 females. The age of surgery was 9 days to 84 months, and the body weight was 2.2 to 28.6 kg. Pulmonary patch enlargement was performed in 2 335 patients (1477 patients of valve-sparing repair and 858 patients of transannular repair); autologous tissue (direct anastomosis, left auricle or pericardial conduit) was used to connect with right ventricle in 289 patients; extracardiac conduits were used for reconstruction in 514 patients. **Result** There were 186 in-hospital deaths with a mortality of 5.9%. The early postoperative causes of death were low cardiac output syndrome (LCOS), severe pulmonary hypertension and right heart failure. 5 patients died of cardiac insufficiency or sudden death during follow-up (6–27 months later). The echocardiography showed 408 patients with right ventricular outflow tract obstruction (RVOTO), 340 patients with pulmonary trunk or branches stenosis, 609 with pulmonary regurgitation (morderate or severe). 12.6% (394/3 138) of patients underwent reintervention or reoperation with 39 deaths. More than 90% patients exhibited an improvement of NYHA functional class from III or IV preoperatively to I or II at follow-up. **Conclusion** The anatomical structure of right ventricular outflow tract is complicated and various, and each operation method has different strengths and favorable outcomes. The operation should be individually designed according to pathological types, anatomical features, clinical symptoms and operation conditions.

DOI: 10.7507/1007-4848.201805018

通信作者: 郑景浩, Email: zhengjh210@163.com

**【Key words】** Congenital heart disease; right ventricular outflow tract reconstruction; reconstructive pulmonary valve; autologous tissue; Extracardiac conduit

先天性心脏病 (congenital heart disease, CHD) 是当前全世界发生率最高的出生缺陷之一。临床流行病学统计结果显示：在亚洲人群中，复杂 CHD 累及右心系统尤为多，诸如法洛氏四联症、肺动脉瓣狭窄及闭锁、永存动脉干、右心室双出口 (Taussig-Bing) 合并 PS 等，此类疾病患儿的右心室流出道 (right ventricular outflow tract, RVOT)、肺动脉瓣、主肺动脉及左、右肺动脉都可能出现狭窄、闭锁、发育不良乃至缺如等病变。针对右心系统病理解剖复杂多样，个体化的右室流出道重建方案对预后及生存尤为重要。本文通过对 2007 年 1 月-2017 年 1 月在我中心接受右心室流出道重建术患儿的相关资料进行回顾性研究，总结经验，评估预后，为临床工作提供有效参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

2007 年 1 月至 2017 年 1 月，我院胸外科共收治 3 138 例右心系统复杂性 CHD 患儿，其中男 1 660 例、女 1 478 例，手术年龄 9 d ~ 84 月，体质量 2.2 ~ 28.6 kg。所有患儿均完善多普勒超声心动图检查进行初步诊断，83.6% (2 624/3 138) 患儿选择性采用心脏 CT 或 MRI 增强检查明确右心室流出道、肺动脉瓣及肺动脉的解剖条件，8.0% (251/3 138) 的患儿行心导管检查了解肺动脉压力情况。术前资料见表 1。

### 1.2 方法

**1.2.1 手术治疗** 所有患儿均在全身麻醉体外循环下行右心室流出道重建手术，不同年龄段及不同心脏畸形手术方法的应用情况见表 2 及表 3，其中 249 例重建肺动脉瓣膜，Gore-tex 薄膜 152 例，自体心包 97 例。手术均在浅低温至中低温下进行，体外循环流量控制在 100 ~ 120 ml/(kg·min)，体外循环时间为 32 ~ 167 min；主动脉阻断时间为 15 ~ 78 min。维持红细胞比容在 28% ~ 32%，乳酸值于 2 ~ 4 mmol/L，静脉回流氧饱和度在 65% ~ 85%。

516 例患儿因心脏扩大、心肌水肿等原因选择延迟关胸；447 例患儿因肺动脉高压，术中留置右房或肺动脉测压管，术后监测肺动脉压力变化；282 例患儿心脏复跳后心电图出现 II 度或 III 度房室传导阻滞，于右心室表面植入起搏导线，术后起搏器备用。17 例患儿因术中功能较差，循环血压不

表 1 3 138 例右心室流出道重建术患者术前资料 [例 (%)]

资料	数据
性别	
男	1 660
女	1 478
年龄	9 d ~ 84 个月
体质量 (kg)	2.2 ~ 28.6
疾病类型	
法洛四联症	1 989 (63.4)
法洛四联症伴肺动脉瓣缺如	135 (4.3)
肺动脉闭锁伴室间隔缺损	593 (18.9)
肺动脉闭锁伴室间隔完整	279 (8.9)
永存动脉干	107 (3.4)
完全性大动脉转位伴肺动脉狭窄	35 (1.1)
首发症状	
青紫	2 296 (73.2)
心脏杂音	1 197 (38.1)
产检异常	673 (21.4)
肺炎	401 (12.8)
生长发育迟缓	335 (10.7)
喂养困难	108 (3.4)
术前插管	254 (8.1)

表 2 不同年龄段患儿手术方法及随访资料 (例/%)

资料	术后 1 月内	术后 1 ~ 12 月	术后 12 ~ 36 月	术后 36 月后
非跨瓣补片	42	654	489	383
跨瓣补片	15	226	442	140
同种带瓣管道	0	11	51	26
异种带瓣管道	0	24	68	53
人工管道	0	66	137	80
肺动脉下拉	18	79	51	25
左心耳组织	5	13	8	0
自体心包卷	2	25	15	0
早期死亡率	8.3	6.5	5.2	5.4
平均随访时间 (月)	60.1±52.8	56.5±50.4	53.7±48.9	48.2±41.7
肺动脉瓣反流率	12.2	18.5	23.9	18.7
再梗阻率	26.3	25.6	21.4	22.1
再手术率	15.2	14.6	11.7	11.8

稳定,体外循环脱机困难,术后利用体外膜肺氧合(ECMO)装置辅助循环。

**1.2.2 术后监护** 术后心外科重症监护室治疗,予心电监护实时主要监测生命体征及中心静脉压及右心室功能,术后 6~18 h 是出现低心排血量的最高峰期,使用正性肌力药物多巴胺 3~10 μg/(kg·min),米力农 0.25~0.75 μg/(kg·min),肾上腺素 0.02~0.2 μg/(kg·min) 等药物;术后定期复查心彩超,观察心脏收缩及右室流出道血流情况;早期监测血清 CTn I、NT-proBNP 等指标,有效评价术后心肌损伤及心功能恢复情况;定期复查胸片,了解插管位置及肺部情况,予留置胸引、调整呼吸机参数、振动排背、吸痰、雾化等治疗措施以防止肺不张、气胸等情况的发生;体外循环还会造成肾脏灌注不足,术后心功能不全会加重肾脏损伤,急性

肾衰出量需行腹膜透析治疗,严重者可连续肾脏替代疗法(CRRT)。ECMO 辅助支持循环患儿多在术后 7~21 d 撤离装置。

**1.3 统计学分析**

采用 SPSS19.0 统计软件,分别对早期死亡率、肺动脉瓣反流、右室流出道梗阻、肺动脉干狭窄、肺动脉分支狭窄及再手术率进行  $\chi^2$  检验。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

**2 治疗结果**

患儿术后呼吸机插管时间 6 h~25 d,监护室滞留时间 4~38 d,总住院天数 9~55 d。术后早期死亡共 181 例,死亡率 5.9%,死亡时间为术后 4 h~18 d。死亡病例包括法洛四联症例(5.1%),肺动脉闭锁伴室间隔缺损 39 例(6.6%),肺动脉闭锁伴室

表 3 不同种类 CHD 手术分布情况(例)

手术	TOF	TOF 伴肺动脉瓣缺如	PA/IVS	PA/VSD	PTA	D-TGA/PS	总计
右室流出道补片扩大	1 841	101	311	138	0	0	2 391
跨瓣补片	628	85	68	42	0	0	823
非跨瓣补片	1 213	16	243	96	0	0	1 568
外管道重建术	138	34	181	98	28	35	514
同种带瓣管道	21	5	27	24	4	4	88
异种带瓣管道	62	13	38	12	9	9	145
人工管道	55	16	107	62	15	22	331
自体组织重建	10	0	101	43	79	0	223
肺动脉直接下拉	0	0	72	32	51	0	155
左心耳组织	0	0	0	0	26	0	26
自体心包卷	10	0	29	11	2	0	42
总计	1 989	135	593	279	107	35	3 128

表 4 多种右心室流出道重建术后随访资料[例/例(%)]

	I 组:补片扩大术		II 组:自体组织重建		III 组:外管道连接			总计	P 值		
	跨瓣补片	非跨瓣补片	肺动脉直接下拉	左心耳/心包管道	同种带瓣管道	异种带瓣管道	人工管道		I 组 vs. II 组	I 组 vs. III 组	II 组 vs. III 组
重建瓣膜	205	-	37	7	88	145	21	503	-	-	-
早期死亡	98(6.5)	41(5.0)	8(5.2)	3(4.4)	5(5.9)	7(4.8)	19(6.8)	181	0.138	0.652	0.174
肺动脉瓣反流	345(22.7)	128(15.6)	18(11.6)	20(14.9)	17(19.3)	24(16.5)	57(20.3)	609	0.016	0.543	0.032
右室流出道梗阻	149(9.8)	101(12.3)	16(10.3)	18(13.4)	24(27.2)	32(22.0)	68(24.2)	408	0.585	0.000	0.000
肺动脉干狭窄	116(7.7)	75(9.2)	10(6.5)	13(9.7)	-	-	-	214	0.771	-	-
肺动脉分支狭窄	58(3.8)	20(2.7)	6(3.9)	6(4.5)	5(5.9)	11(7.6)	19(6.8)	125	0.474	0.000	0.124
再手术例	151(10.0)	75(9.2)	17(10.9)	5(7.3)	18(20.5)	26(17.9)	77(27.4)	379	0.257	0.000	0.000

肺动脉瓣反流:中度以上反流;右室流出道梗阻:压差>50 mm Hg;肺动脉干及分支狭窄:压差>40 mm Hg

间隔完整 26 例 (9.3%)，永存动脉干 8 例 (7.4%)，完全性大动脉转位伴肺动脉狭窄 3 例 (8.5%)。早期死亡原因主要为严重低心排综合症，低氧血症，右心功能衰竭，感染性休克等。术后中远期死亡共 15 例 (非再手术死亡)，死亡时间为术后 6~27 个月，死亡原因主要为严重心功能不全和突发猝死。

术后共随访 2 782 例患儿，平均随访时间 3~119 (57.3±46.8) 个月，随访项目包括胸片、心彩超、心功能等。随访早期 (1~3 个月)，所有患儿复查胸片显示肺部血流也较术前明显增多。术后 3 个月以上，每半年复查一次心彩超，中远期随访统计结果见表 4：(1)除人工管道外，其余术式术后右室流出道均存在不同程度的生长；(2)自身组织重建右室流出道肺动脉瓣反流情况优于补片扩大术和外管道连接术 ( $P<0.05$ )；(3)外管道连接术后右室流出道再梗阻率及再手术率明显高于补片扩大组及自身组织重建组 ( $P<0.01$ )。随访过程中，共有 394 例患儿接受二次手术，包括 169 例更换右心室与肺动脉连接管道，186 例重度右室流出道及肺动脉总干梗阻 (压差>70 mm Hg) 患儿再次行肺动脉补片扩大术，28 例肺动脉分支狭窄 (压差>50 mm Hg) 患儿行肺动脉支架植入术，患儿 11 例肺动脉瓣重度反流患儿行肺动脉瓣置换术，再手术死亡 39 例，死亡率为 9.9%。肺动脉瓣膜重建术后早期患儿肺动脉瓣反流均保持在轻中度以下，中远期随访心彩超结果显示重建的瓣膜在术后 14~36 个月逐渐失功。90% 以上患儿心功能恢复良好，纽约心功能分级 (NYHA) 达到 II 级以上。术后随访中远期生存率及再手术率分别见图 1 和图 2。

### 3 讨论

#### 3.1 重建肺动脉瓣膜的治疗理念

肺动脉补片扩大术是右心室流出道重建最常用的术式。大部分右心系统疾病患儿通常伴有肺动脉瓣环发育不良，手术保留原有瓣环相对困难。此类患儿实施右室流出道重建时往往需要剪开瓣环，行跨瓣修补。跨瓣补片的优点是充分解除畸形瓣膜瓣环造成的狭窄，降低右室流出道前向血流梗阻的发生，达到长期右心室减压作用。但失去瓣膜的保护，严重的肺动脉瓣反流在术后仍然会加重右心室负荷，导致右心功能衰竭和室性心律失常。既往的临床经验显示重建的肺动脉瓣随着时间的推移可能发生纤维化和钙化导致瓣口梗阻，最终导致重建瓣膜失功反流。但在术后早期，重建的肺动脉瓣可以提供足够的瓣膜功能，能够有效降低严重的

肺动脉高压导致的死亡。2008 年 He 等<sup>[1]</sup>就提出了重建肺动脉单瓣的概念。目前临床上重建瓣膜材料多选择 0.1 mm Goretex 薄膜制成单瓣或两叶瓣。国外多组研究显示：利用重建肺动脉单瓣或两叶瓣术后早期均具有良好的抗反流功能，中期随访 85% 的患儿肺动脉瓣反流维持在轻度以下<sup>[2-4]</sup>。除了 Goretex 薄膜外，新鲜自体心包也常被用作重建肺动脉瓣膜的材料。其不仅具有良好的生物相容性，同时自身的活细胞具有一定的生长潜能，这对改善中远期瓣膜功能很有帮助。Pande 等报道对 50 例 TOF 患者利用自体心包重建肺动脉瓣，术后早期随访瓣膜均具有良好功能，但中远期随访 (5 年以上) 心彩超发现，低年龄患儿生长发育阶段钙磷代谢旺盛，术后瓣膜易发生钙化，影响活动度，因此建议 2 岁以下的患儿不使用自体心包补片<sup>[5]</sup>。

本次统计共为 249 例行右心室流出道重建术患儿重建肺动脉单瓣，其中使用 Gore-tex 薄膜 152 例，自体心包 97 例，术后早期观察单瓣均具有良好的活动性，使肺动脉瓣反流均保持在轻中度以下，

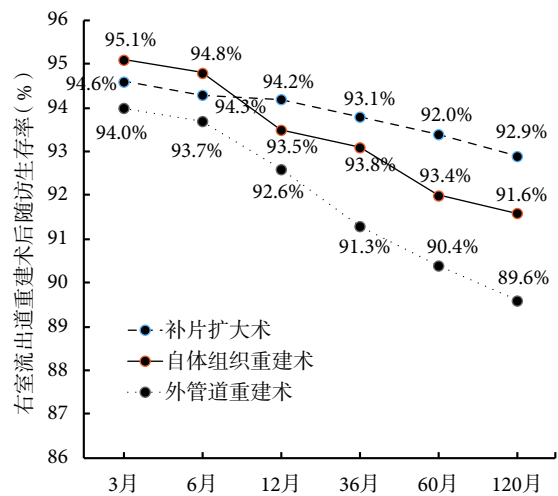


图 1 右室流出道重建术后随访生存率

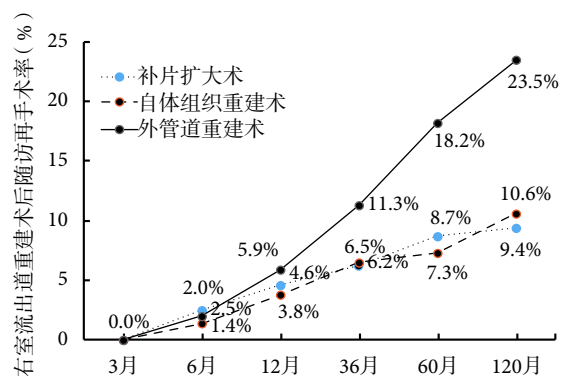


图 2 右室流出道重建术后随访再手术率

中期随访结果显示大部分重建的单瓣在术后 14~36 个月逐渐失功能, 仅有 8 例重度反流伴右心室功能不全患儿行肺动脉瓣置换术。因此我们对于肺动脉瓣膜结构异常或术前已存在肺动脉高压的患儿在重建右室流出道时应考虑同时重建肺动脉瓣膜, 有效减轻右心室负荷, 提高术后早期生存率。

### 3.2 自体组织重建右心室流出道

任何 RVOT 重建方式都应该首先考虑促进原位肺动脉的生长发育。1982 年 Lecompt 等首次提出直接吻合右心室与肺动脉的概念: 将部分肺动脉干充分游离置于升主动脉前方, 直接吻合肺动脉干与右心室切口。目前肺动脉直接下拉法已应用于多种复杂先心治疗, 包括 TOF、PA、PTA 等。对于肺动脉总干短小, 远离右室流出道上缘, 或冠脉结构不适宜肺动脉下拉的患儿, 可于流出道与主肺动脉之间插入左心耳组织或自体心包管道, 保证肺动脉干后壁的长度和宽度的同时, 减少右心室切口与肺动脉分叉口及左右分支之间的张力, 降低术后再狭窄发生率。Yukihisa 等<sup>[6]</sup>报道 366 例右心室流出道治疗结果, 其中使用异体带瓣管道 179 例, 自体心包卷 71 例, 直接下拉缝合 116 例, 对比研究得出结论: 直接下拉缝合组术后死亡率及再手术率明显低于异体带瓣管道组; 直接下拉吻合困难时应首选自体心包作为替代材料。2014 年 Gerelli 等<sup>[7]</sup>报道 57 例新生儿 PA/VSD 及 TOF 患儿利用自体组织(心包管道和左心耳)重建右心室流出道, 术后肺循环平稳, 手术成功率高达 96.5%, 术后远期随访再手术率仅为 9.1%。上海儿童医学中心报道 2006 年-2016 年对 105 例 PTA 患儿行 RVOT 重建术临床效果, 术后随访显示利用自体组织(肺动脉直接下拉或插入左心耳组织)重建的右心室流出道具有明显生长优势, 同时还能避免使用管道的相关问题, 降低再狭窄率及再手术率<sup>[8]</sup>。本次统计中共对 289 例患儿利用自体组织重建右心室流出道, 术后随访流出道及左右肺动脉分支均有不同程度的生长发育, 中远期再手术率为 10.6%, 明显低于外管道再手术率 23.5% ( $P < 0.01$ )。

### 3.3 外管道治疗策略及经验

自 1966 年 Ross 等首次报道利用同种带瓣管道成功治疗肺动脉闭锁患者以来, 同种带瓣管道逐渐被应用于右心室流出道发育不良、闭锁类疾病如肺动脉闭锁、法洛四联症、永存动脉干、右心室双出口以及 Ross 手术的右心室流出道重建。其具有自然的结构, 良好的生物相容性, 血液动力学接近正

常生理状态, 不破坏血液成分, 无血栓栓塞并发症, 术后无需抗凝等优点。Ong 报道<sup>[9]</sup>同种带瓣管道重建 RVOT 再次手术率达到 54%, 3 次手术率亦高达 37%。2016 年阜外医院报道 122 例利用同种带瓣管道重建右心室流出道中期治疗效果, 1 年, 5 年和 7 年管道免于衰败率分别为 94.2%, 81.2% 和 75.4%<sup>[10]</sup>。目前临床上主要选择同种带瓣肺动脉或主动脉管道, 其缺点是来源有限、大小不易匹配, 对婴儿和低体质量患者并不合适, 远期钙化明显, 更换率较高。近年来, 多中心尝试股静脉带瓣管道重建 RVOT 取得了不错的手术效果。2014 年 Washington 儿童医院报道对 20 例新生儿或小婴儿利用股静脉带瓣管道重建 RVOT, 术后再手术率低明显低于同种肺动脉或主动脉管道<sup>[11]</sup>。2017 年 Kumar 等<sup>[12]</sup>报道对 15 例左心发育不良新生儿实施 Norwood I 期手术的同时, 利用同种股静脉带瓣管道重建右心室与肺动脉连接术后无 1 例死亡发生, 随访中肺动脉均有生长, 14 例患儿接受 II 期 Glenn 手术, 6 例患儿完成 Fontan 手术。我中心自上世纪 80 年代起即对复杂先心患儿应用自行采集后低温保存的同种带瓣大动脉重建右室流出道。虽然同种带瓣管道术后取得较好的瓣膜效果, 但由于其对制备与保存条件均有较高要求, 且与其他材料相比并无明显较大优势, 近年来其应用比例明显下降。本次统计中, 共对 88 例患儿采用同种带瓣管道, 术后平均随访 43.3±38.6 月, 再手术 18 例, 再手术率为 20.5%。

2001 年上海儿童医学中心完成了国内最早的牛颈静脉重建右心室流出道的动物实验, 其优点是可用于较小年龄, 且瓣膜稳定不易失去功能。国外多组大数据研究显示: 在右室流出道重建的应用中, 牛颈静脉带瓣管道相比于同种带瓣管道具有更低的死亡率和再手术率, 在低年龄患儿中 (<2 岁) 其优势更为明显<sup>[13-15]</sup>。牛颈静脉带瓣管道同样也存在一些局限性, 比如术后管道内易形成假性动脉瘤和血栓, 管道老化概率高等。Ugaki 等<sup>[16]</sup>对 379 例患儿实施右室流出道重建手术, 统计结果显示在 3 岁以上患儿中, 牛颈静脉管道组术后感染性心内膜炎发生率明显高于同种带瓣管道组, 这可能是由异种外管道高炎症免疫反应导致的。2012 年我中心联合国内多中心完成利用牛颈静脉制成肺动脉带瓣管道重建右室流出道的前瞻性临床研究, 术后早期随访结果显示: 肺动脉瓣环和右心室流出道无狭窄率分别达到 91.1% 和 95.6%, 肺动脉瓣中度以下反流率为 16.0%, 其有效性和安全性可以满足临

床治疗的需要。随访结果显示其中远期衰败率仍较高,衰败的原因主要是自身钙化及感染性心内膜炎等造成的。本次统计中 32 例患儿出现管道衰败,衰败率高达 22.1%,其中包括 21 例管道钙化狭窄,8 例心内膜炎以及 3 例瓣膜反流。由于儿童期血钙代谢旺盛,管道钙化似乎难以避免。但根据患儿血培养结果显示感染性心内膜炎最常见的是金黄色葡萄球菌,因此术后及时针对性地合理应用抗生素能够在一定程度上减少感染性心内膜炎的发生,从而降低异种外管道的衰败率。

1985 年 Molina 等首次报道利用 Gore-tex 管道连接右心室与肺动脉获得成功以来,人工材料管道逐渐被用于重建右心室流出道。其优点包括:(1)管道口径较好地控制流出道的血流量,不致引起肺血流过多或不足;(2)硬质的管道稳定性高、顺应性低,血流经过能量耗损少;(3)管道长度可任意裁减,不易引起肺动脉牵拉、扭曲所造成的肺动脉狭窄和灌注不平衡;(4)术后血流动力学稳定,姑息手术病死率低;(5)对分期手术较为有利,能更好地促进远端肺动脉发育,减短二期手术间隔时间。但也存在以下缺点:(1)吻合口易发生狭窄环,管道内可能形成假膜、产生血栓,导致管道狭窄甚至闭塞;(2)自身无生长性,远期可能需要更换管道;(3)术后需要长期抗凝治疗。近年来日本学者报道手工缝制改良人工带瓣管道方法,即将 0.1 mm Gore-Tex 薄膜材料制成瓣膜植入人工外管道(Dacron 管道或 Gore-tex 管道)后用以重建右心室流出道取得了良好的临床效果:2015 年 Takeshi 等<sup>[17]</sup>报道利用带瓣 Gore-tex 管道对 120 例不同年龄复杂 CHD 患者实施右心室流出道重建,术后 5 年随访再手术率仅为 7.3%。Shinkawa 等<sup>[18-19]</sup>总结单中心利用多种外管道重建右心室流出道长达 30 年的治疗经验,研究结果显示:相比其他材料,手工缝制带瓣 Gore-tex 管道用于双心室修补术治疗效果最佳。2016 年 Yamashita 等<sup>[20]</sup>对多中心 303 例带瓣 Gore-tex 管道重建右心室流出道病例进行随访发现其管道免于更换率及免于再手术率分别为 90.1%±4.8% 和 77.2%±5.6%。我中心近期也利用 0.1 mm Gore-tex 膜制成瓣膜缝至 Gore-tex 管道内形成带瓣管道完成多例重建右室流出道手术,术后早期随访结果显示肺动脉瓣控制血流效果良好,反流均保持在轻度以内,右心功能受到有效保护,中远期随访仍在进行中。

综上所述,右心室流出道解剖范围较广,结构复杂,梗阻部位多变,手术技术及医用材料的不断

发展为其重建手术提供了多样的选择,各种治疗手段亦各具优势,具体还应根据病患自身解剖特点以及所具备材料的特征制定个体化的治疗方案。

#### 参考文献

- 1 He GW. Current strategy of repair of tetralogy of Fallot in children and adults: emphasis on a new technique to create a monocusppatch for reconstruction of the right ventricular outflow tract. *J Card Surg*, 2008, 23(6): 592-599.
- 2 Sasikumar N, Ramanan S, Rema K M, *et al*. Prosthetic reconstruction of bicuspid pulmonary valve in tetralogy of Fallot. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*, 2014, 22(4): 436-441.
- 3 Lee C, Lee C H, Kwak J G, *et al*. Bicuspid pulmonary valve implantation using polytetrafluoroethylene membrane: early results and assessment of the valve function by magnetic resonance imaging. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2013, 43(3): 468-472.
- 4 Sasson L, Houry S, Raucher S A, *et al*. Right ventricular outflow tract strategies for repair of tetralogy of Fallot: effect of monocuspp valve reconstruction. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2013, 43(4): 743-751.
- 5 Pande S, Sharma JK, Siddhartha CR, *et al*. Fresh autologous pericardium to reconstruct the pulmonary valve at the annulus when tetralogy of fallot requires a transannular patch at midterm. *Tex Heart Inst J*, 2016, 43(3): 207-213.
- 6 Isomatsu Y, Shin'Oka T, Aoki M, *et al*. Establishing right ventricle-pulmonary artery continuity by autologous tissue: an alternative approach for prosthetic conduit repair. *Ann Thorac Surg*, 2004, 78(1): 173-180.
- 7 Gerelli S, Van S M, Murtuza B, *et al*. Neonatal right ventricle to pulmonary connection as a palliative procedure for pulmonary atresia with ventricular septal defect or severe tetralogy of Fallot. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2014, 45(2): 278-288.
- 8 Luo K, Zheng J, Zhu Z, *et al*. Outcomes of right ventricular outflow tract reconstruction for children with persistent truncus arteriosus: a 10-year single-center experience. *Pediatr Cardiol*, 2017, 39(12): 1-10.
- 9 Ong K, Boone R, Gao M, *et al*. Right ventricle to pulmonary artery conduit reoperations in patients with tetralogy of fallot or pulmonary atresia associated with ventricular septal defect. *Am J Cardiol*, 2013, 111(11): 1638-1643.
- 10 胡小松, 杨克明, 李守军, 等. 同种带瓣管道用于右心室流出道重建的中期效果. *中国循环杂志*, 2016, 31(4): 385-388.
- 11 Schiller O, Sinha P, Zurakowski D, *et al*. Reconstruction of right ventricular outflow tract in neonates and infants using valved cryopreserved femoral vein homografts. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 147(3): 874-879.
- 12 Kumar TK, Bricenomedina M, Sathanandam S, *et al*. Femoral Vein Homograft as Right Ventricle to Pulmonary Artery Conduit in Stage 1 Norwood Operation. *Ann Thorac Surg*, 2017, 103(6): 1969-1974.
- 13 Fiore AC, Ruzmetov M, Huynh D, *et al*. Comparison of bovine jugular vein with pulmonary homograft conduits in children less than 2 years of age. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2010, 38(3): 318-325.
- 14 Prior N, Alphonso N, Arnold P, *et al*. Bovine jugular vein valved conduit: up to 10 years follow-up. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 141(4): 983-987.

- 15 Sandica E, Boethig D, Blanz U, *et al.* Bovine jugular veins *versus* homografts in the pulmonary position: an analysis across two centers and 711 patients-conventional comparisons and time status graphs as a new approach. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2015, 64(01): 25-35.
- 16 Ugaki S, Rutledge J, Al A M, *et al.* An Increased Incidence of Conduit Endocarditis in Patients Receiving Bovine Jugular Vein Grafts Compared to Cryopreserved Homograft for Right Ventricular Outflow Reconstruction. *Ann Thorac Surg*, 2015, 99(1): 140-146.
- 17 Takahashi Y, Tsutsumi Y, Monta O, *et al.* Expanded polytetrafluoroethylene-valved conduit with bulging sinuses for right ventricular outflow tract reconstruction in adults. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2010, 58(1): 14-18.
- 18 Shinkawa T, Tang X, Gossett J M, *et al.* Valved polytetrafluoroethylene conduits for right ventricular outflow tract reconstruction. *Ann Thorac Surg*, 2015, 100(1): 129-137.
- 19 Shinkawa T, Chipman C, Bozzay T, *et al.* Outcome of right ventricle to pulmonary artery conduit for biventricular repair. *Ann Thorac Surg*, 2015, 99(4): 1357-1366.
- 20 Yamashita E, Yamagishi M, Miyazaki T, *et al.* Smaller-sized expanded polytetrafluoroethylene conduits with a fan-shaped valve and bulging sinuses for right ventricular outflow tract reconstruction. *Ann Thorac Surg*, 2016, 102(4): 1336-1344.

收稿日期: 2018-05-05 修回日期: 2018-07-14

本文编辑: 董敏