

# 新型肺动脉带瓣支架 Venus P 植入 围术期的监测与治疗\*

吴开元<sup>1</sup> 张戈军<sup>2</sup> 李斌<sup>1</sup> 宋书波<sup>1</sup> 韩宇<sup>3</sup> 刘琳<sup>4</sup> 梁栋<sup>1</sup> 赵力运<sup>1</sup> 范太兵<sup>1</sup> 潘湘斌<sup>5</sup>

**[摘要]** 目的:探讨 Venus P 自膨胀瓣膜系统经皮肺动脉瓣植入术(PPVI)的围术期观察与处理策略。方法:回顾性分析 2017 年 12 月—2019 年 12 月阜外华中心血管病医院儿童心脏中心共 13 例法洛四联症矫治术后行 PPVI 的患者,探讨围术期的具体管理方法,并分析手术前后肺动脉瓣反流程度、三尖瓣反流程度、右心室前后径、右心室流出道直径、左心室射血分数、血脑钠肽(BNP)值、QRS 波宽度的变化、术后机械通气时间和重症监护室滞留时间。结果:13 例患者均成功植入 Venus P 瓣膜支架,无严重并发症,术后肺动脉瓣均为无反流或者微量反流,肺动脉瓣反流面积术后为 0.30(0.00,0.85) cm<sup>2</sup>,与术前 8.20(7.75,9.80) cm<sup>2</sup> 比较,差异有统计学意义( $Z = -4.373, P < 0.01$ )。其他临床观察指标围术期手术前后变化差异均无统计学意义。结论:国产 Venus P 自膨胀瓣膜系统可安全有效解决法洛四联症跨瓣环补片矫治术后的肺动脉瓣重度反流、右心室流出道功能不全的问题,临床需要不断积累围术期观察与处理策略的经验,以增加手术的安全性,减少相关并发症的发生。

**[关键词]** Venus P;经皮肺动脉瓣植入术;肺动脉瓣反流;右心室流出道功能不全

doi:10.13201/j.issn.1001-1439.2020.09.012

**[中图分类号]** R542.5 **[文献标志码]** A

## Perioperative monitoring and treatment of a new pulmonary valved stent Venus P implantation

WU Kaiyuan<sup>1</sup> ZHANG Gejun<sup>2</sup> LI Bin<sup>1</sup> SONG Shubo<sup>1</sup> HAN Yu<sup>3</sup> LIU Lin<sup>4</sup>  
LIANG Dong<sup>1</sup> ZHAO Liyun<sup>1</sup> FAN Taibing<sup>1</sup> PAN Xiangbin<sup>5</sup>

(<sup>1</sup>Department of Children's Heart Center, Henan Provincial People's Hospital, Fuwai Central China Cardiovascular Hospital, Zhengzhou, 450003, China; <sup>2</sup>Department of Radiology, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Science; <sup>3</sup>Department of Structural Heart Disease, Henan Provincial People's Hospital, Fuwai Central China Cardiovascular Hospital; <sup>4</sup>Department of Ultrasound, Henan Provincial People's Hospital, Fuwai Central China Cardiovascular Hospital; <sup>5</sup>Department of Cardiac Surgery, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Science)

Corresponding author: FAN Taibing, E-mail: fantailing@163.com

**Abstract Objective:** To investigate the perioperative observation and treatment strategy of percutaneous pulmonary valve valve implantation (PPVI) for Venus P valve system. **Method:** We were retrospectively analyzed a total of 13 cases of tetralogy of fallot correctional line PPVI postoperative patients from December 2017 to December 2019, and discussed the specific perioperative management methods, the degree of pulmonary valve regurgitation before and after operation, the degree of tricuspid regurgitation, right ventricular diameter, the diameter of right ventricular outflow tract, before and after the left ventricular ejection fraction, blood BNP value, the change of QRS wave width, postoperative mechanical ventilation time and ICU retention time. **Result:** All the 13 patients were successfully implanted Venus P stent without serious complications. There was no or micro regurgitation of pulmonary valve postoperative. The pulmonary valve regurgitation area was 0.30(0.00,0.85) cm<sup>2</sup> after surgery, and the difference was statistically significant compared with 8.20(7.75,9.80) cm<sup>2</sup> before surgery ( $Z = -4.373, P < 0.01$ ). There was no significant difference in other clinical observation indexes before and after operation,  $P > 0.05$ . **Conclusion:** The domestic Venus P self expanding valve system can safely and effectively solve the severe pulmonary valve regurgitation and right ventricular outflow tract dysfunction after transannular patch correction of tetralogy of Fallot. It is necessary to accumulate the experience of perioperative observation and management strategy to increase the safety of operation and reduce the related complications.

\*基金项目:河南省医学科技攻关计划项目(No:201601023)

<sup>1</sup>河南省人民医院 阜外华中心血管病医院儿童心脏中心(郑州,450003)

<sup>2</sup>中国医学科学院阜外医院放射科

<sup>3</sup>河南省人民医院 阜外华中心血管病医院结构性心脏病病区

<sup>4</sup>河南省人民医院 阜外华中心血管病医院超声科

<sup>5</sup>中国医学科学院阜外医院心脏外科

通信作者:范太兵, E-mail: fantailing@163.com

**Key words** Venus P; percutaneous pulmonary valve implantation; pulmonary regurgitation; right ventricular outflow tract dysfunction

法洛四联症跨瓣环补片矫治术后肺动脉瓣反流会引起右心负荷增加,继而导致右室流出道功能不全(right ventricular outflow tract dysfunction, RVOTD)、心律失常甚至猝死,经皮肺动脉瓣植入术(percutaneous pulmonary valve implantation, PPVI)是一种新型的微创术式,可迅速纠正肺动脉瓣反流(pulmonary regurgitation, PR),改善右心功能<sup>[1]</sup>。同时 PPVI 围术期的管理对增加手术安全性、提高手术成功率、防治术后并发症具有重要作用。我院心脏中心完成 13 例法洛四联症矫治术后应用国产 Venus P 自膨胀瓣膜系统 PPVI,现将围术期的观察与处理经验总结如下。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

选取 2017 年 12 月—2019 年 12 月阜外华中心血管病医院儿童心脏中心法洛四联症矫治术后并发重度肺动脉瓣反流 PPVI 13 例患者。其中男 9 例,女 4 例,中位年龄 16 岁(最小 10 岁,最大 26 岁),中位体重 47 kg(最小 30 kg,最大 75 kg),法洛四联症矫治术后的中位时间 14 年(最小 10 年,最大 16 年)。本研究经我院伦理委员会批准,所有患者或家属术前均签署知情同意书。

### 1.2 纳入及排除标准

纳入标准:①体重 $\geq 30$  kg;②年龄 $\geq 10$  岁;③解剖学适合 PPVI:右室流出道长度 $\geq 20$  mm,右室流出道-肺动脉主干最狭窄处直径 $\geq 14$  mm 且 $\leq 30$  mm;④有症状,2 例患者出现右心衰症状,患者活动后均出现运动耐受程度降低、乏力、胸闷的临床症状;⑤伴右室流出道(right ventricular outflow tract, RVOT)狭窄的先天性心脏病患者外科纠治术后并发中重度 PR。

排除标准:①存在心导管的手术禁忌;②心内膜炎或活动性感染目前需要抗生素治疗;③术前解剖学评估不适合 PPVI:包括无合适的血管入径、肺动脉无法放置瓣膜、术前检查提示瓣膜支架植入有压迫冠状动脉的可能等情况;④肺动脉狭窄明显;⑤肺动脉高压<sup>[2]</sup>。

### 1.3 管理方法

**1.3.1 心功能管理** 患者术前均根据《经皮肺动脉瓣置入术中国专家建议》中的适应证和禁忌证<sup>[3]</sup>,做术前评估;入院前已长期服用抗心律失常药物和强心、利尿药物的患者,入院后术前继续服药。术后定期复查心电图、超声心电图和胸部 X 线检查,持续心电监护;根据术前心功能分级,术后给予多巴胺和(或)米力农强心,根据持续心电监护结果给予异丙肾上腺素提升心率,术后新出现的偶

发室性期前收缩给予硝酸甘油、普萘洛尔。

**1.3.2 感染性心内膜炎的预防** 术前 1 个月内避免上呼吸道感染,入院后检查感染指标,围术期单间隔避免交叉感染。术后 3 d 每天查血常规+C 反应蛋白+降钙素原、血培养需氧+厌氧菌。按照人工瓣膜感染性心内膜炎预防指南的建议,预防性应用抗生素<sup>[4]</sup>。术前 1 d 开始静脉输注二代头孢菌素,术前半小时内应用一次二代头孢菌素,术后二代头孢菌素预防感染 3 d,3 d 后开始口服利奈唑胺预防感染性心内膜炎:利奈唑胺 10 mg/kg, q8h;出院后苄星青霉素 60 万单位/次,每月 1 次,共 6 个月。

**1.3.3 抗凝方案** 本组患者术前 1d 口服拜阿司匹林 100 mg,术后早期应用依诺肝素 100 U/kg, q12h 皮下注射,开始普食后改为拜阿司匹林 100 mg, qd 联合氯吡格雷 75 mg qd 口服,服用 6 个月。及时调整药物用量,定期监测凝血指标,密切观察患者有无牙龈出血、血尿、皮下黏膜出血点及穿刺处渗血等出血倾向。

**1.3.4 机械通气管理** 13 例患者均气管插管、全身麻醉,术后采用以右美托咪定为主的静脉镇痛,机械通气期间给予充分的镇静和适当的镇痛,防止拔管反应加重右心功能不全及人机对抗。

**1.3.5 穿刺点的管理** 腹股沟穿刺处术后践行舒适化医疗,减少应激反应,下肢制动,保持平卧,常规沙袋加压包扎。股动静脉穿刺处压迫沙袋 4 h 后去除,第 1 条弹力绷带 12 h 后去除,24 h 后改为无菌敷料覆盖穿刺点。股动脉穿刺侧肢体制动 6~8 h,股静脉穿刺侧肢体制动 4~6 h。触摸下肢动脉搏动,观察下肢皮肤温度及颜色和腿围,观察穿刺处皮肤有无分泌物、血肿、渗血及红肿,如有异常情况及时消毒更换敷料,重新包扎止血,术后常规 24 h 换药 1 次。术后 6 h 后可翻身,48 h 后可下床,1 周后可拍背,3 个月内需限制运动量。

### 1.4 观察指标

手术前后肺动脉瓣反流程度、三尖瓣反流程度、右心室前后径、右心室流出道直径、左心室射血分数、血脑钠肽(BNP)值、QRS 波宽度的变化,术后机械通气时间和重症监护室滞留时间。

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 22 统计分析软件,计量资料非正态分布以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示;采用 wilcoxon 秩和检验,以  $\alpha=0.05$  为检验水准。

## 2 结果

### 2.1 手术效果

13 例患者均成功植入 Venus P 瓣膜支架,均

未发生冠脉压迫,无死亡病例,成功率 100%,所有患者无瓣周漏发生,无瓣膜支架脱落或移位发生,瓣膜支架释放至满意位置。

所有患者术后 3 d 内复查超声心电图,超声心动图结果显示植入的 Venus P 瓣膜功能均良好,肺

动脉瓣反流程度均无反流或者微量反流,无明显瓣周漏发生。所有患者术后三尖瓣反流、右心室前后径、右心室流出道直径较术前无明显变化,见表 1,由于样本量小,计量资料来自非正态分布总体,以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示。

表 1 围术期超声心动图主要参数和血 BNP 值的变化

时间	Table 1 Echocardiography data and blood BNP value before and after operation					$M(P_{25}, P_{75})$
	肺动脉瓣反流 面积/cm <sup>2</sup>	三尖瓣反流 面积/cm <sup>2</sup>	左心室射血 分数/%	右心室前 后径/mm	右心室流出道 直径/mm	血 BNP 值 /(pg · ml <sup>-1</sup> )
术前	8.20 (7.75, 9.80)	3.00 (2.90, 3.50)	65.00 (58.00, 68.00)	25.00 (21.50, 26.00)	31.00 (28.00, 33.00)	90.00 (56.00, 229.00)
术后	0.30 (0.00, 0.85)	2.20 (2.00, 3.60)	64.00 (62.00, 66.00)	24.50 (21.00, 25.50)	29.00 (25.00, 31.00)	193.00 (85.00, 548.00)
Z 值	-4.37	-1.11	-0.10	-0.66	-1.39	1.36
P 值	<0.01	0.27	0.90	0.51	0.17	0.17

## 2.2 围术期心电图的变化

患儿围术期 QRS 宽度变化无统计学差异,以百分位数表示,术前 173.00(95.00, 177.00) ms, 术后 164.00(94.00, 176.00) ms, Z 值 -0.54, P 值 0.59。

## 2.3 一般住院情况

患者均全身麻醉,术后机械通气时间中位数 4.00 h(最小 1.75 h, 最大 19.83 h),重症监护室滞留中位时间 23.67 h(最小 15 h, 最大 67.67 h)。

## 3 讨论

PPVI 技术可解决法洛四联症跨瓣环补片矫治术后的肺动脉瓣重度反流、右心室功能障碍的问题,国产 Venus P 自膨胀瓣膜系统与国外常用的瓣膜系统相比,使用更为简便、经济,适合跨瓣环补片后的大尺寸自体右室流出道,更符合中国国情。虽然 PPVI 与传统外科肺动脉瓣置换手术相比安全可靠、风险小,但是也有可能出现并发症,如支架断裂、瓣周漏、感染性心内膜炎、血栓栓塞等,应在术前严格把握适应证,对患者心功能进行调整,术中精细操作,术后密切监测心脏大小与功能、瓣膜位置与功能,积极处理新发心律失常,预防感染性心内膜炎,并做好抗凝治疗和监测<sup>[5]</sup>。

法洛四联症跨瓣环补片矫治术后严重的肺动脉瓣反流会导致右心室腔扩大,右心室收缩功能下降,同时扩大的右心室挤压左心室,导致左心功能不全,进一步恶化患者的临床状态。PPVI 术后恢复肺动脉瓣功能后使右室容积减少,右室射血分数和左室功能得到提升,心输出量增加。但是有研究发现随着右心室容量和压力参数的改善,患者运动能力却没有改善,提示已出现不可逆的损伤<sup>[6]</sup>,故有学者对体重低于 20 kg、右室舒张末期容积指数小于 140~160 ml/m<sup>2</sup> 的患者提前进行 PPVI 干

预,保持右心室大小和功能持续在正常范围,而非失代偿后再去矫治,对患者长期预后或许更有益<sup>[7]</sup>。RVOTD 合并中重度三尖瓣反流者 PPVI 术后,三尖瓣反流可持续改善,可推迟进行三尖瓣成型术<sup>[8]</sup>,而术后三尖瓣反流增加者多是手术损伤三尖瓣瓣膜或瓣器所致<sup>[9]</sup>。本组患者术后肺动脉反流程度明显减轻,三尖瓣反流程度无明显变化,另术后右心室前后径、右心室流出道直径和左心室射血分数较术前无明显变化,提示右心室的重塑需要更长期的随访。

目前法洛四联症术后合并 ROVTD 的 PPVI 手术时机除了依赖心脏磁共振成像的数据之外,QRS 波宽度也逐渐被重视。肺动脉瓣反流者右心室扩张导致电传导延迟,完全性右束支传导阻滞导致心脏电机械活动不同步,两者一起构成了右心室功能受损<sup>[10]</sup>。QRS 波宽度反映了右心室电生理的和机械的功能,是 PPVI 手术时机和术后右心室重构评价的重要参数,中国专家共识认为无 RVOTD 症状但 QRS 波宽度  $\geq 160$  ms 者是手术适应证之一<sup>[3]</sup>。有学者推荐 QRS 波时间在 140~180 ms 之间行 PPVI 术<sup>[1]</sup>,甚至提出 QRS 波宽度尽量在未达 150 ms 的时候手术,因为术前没有完全性右束支传导阻滞的患者术后右心功能更好,右心室容量负荷改善更明显,提示可能存在这样一个 QRS 波宽度的临界点,超过之后右心室的电机械活动不同步则不可逆转<sup>[11]</sup>。心电监测的另一个重要内容是观察新发心律失常,本组患者有 1 例术前持续房性心动过速射频消融失败者,长期口服抗心律失常药物,术后心律失常发作特点无明显变化。PPVI 术后室性心律失常,多为单源性、阵发性,可能与 PPVI 操作中右心室流出道局部的机械刺激及创伤有关,对  $\beta$  受体阻滞剂反应好,有自限性<sup>[12]</sup>,本组 1

例术后新发室性期前收缩术后 3 d 恢复正常,治疗效果较好。

PPVI 术后感染性心内膜炎发病率与外科肺动脉瓣置换术相比无显著差异。PPVI 术后应严格按照人工瓣膜感染性心内膜炎预防指南的建议,预防性应用抗生素,一旦出现该并发症,先予抗感染治疗,严重患者需行外科瓣膜置换术,所以重在预防。PPVI 术后感染性心内膜炎的风险因素包括:抗凝治疗的不规范、非心脏手术或口腔诊疗未预防性应用抗生素、瓣膜狭窄、既往感染性心内膜炎病史等。感染性心内膜炎属 PPVI 晚期并发症,多发生在术后 1 年后,与手术过程的关系并不明确<sup>[13]</sup>。分析认为 PPVI 术后发生感染性心内膜炎与所用肺动脉瓣产品材质和设计相关<sup>[14]</sup>,Melody 较 Sapein 发生感染性心内膜炎的风险高,PPVI 术后口服阿司匹林 3~5 mg/kg 或 100 mg qd,至少 1 年<sup>[12]</sup>。也有学者认为心脏生物瓣如果是通过介入方式置入,术后前 3 个月应用阿司匹林联合氯吡格雷口服,之后单用阿司匹林口服抗凝即可<sup>[15-16]</sup>。我中心患者采用 PPVI 术后早期低分子肝素皮下注射,开始进食后口服阿司匹林、氯吡格雷 6 个月。

国产 Venus P 自膨胀瓣膜系统的 PPVI 目前研究的样本量较小,围术期的观察与处理经验有限,围术期系统规范的管理,有助于 PPVI 技术的安全开展,增加手术的安全性,减少相关并发症的发生。

#### 参考文献

[1] Driesen BW, Warmerdam EG, Sieswerda GJ, et al. Percutaneous pulmonary valve implantation: current status and future perspectives[J]. *Curr Cardiol Rev*, 2019, 15(4): 262-273.

[2] 潘文志,张蕾,张晓春,等. 经皮自膨胀肺动脉瓣植入的初步经验[J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2016, 8(7): 65-68.

[3] 中华医学会心血管病学分会结构性心脏病学组,中国医师协会心血管内科医师分会结构性心脏病专业委员会. 经皮肺动脉瓣置入术中国专家建议[J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2016, 8(10): 20-24.

[4] Bonow RO, Carabello BA, Chatterjee K, et al. 2008 Focused update incorporated into the ACC/AHA 2006 guidelines for the management of patients with valvular heart disease [J]. *Circulation*, 2008, 118(15): e523-661.

[5] 向军,何玲,舒凯森,等. 儿童先天性心脏病术后低心排综合征的危险因素分析[J]. *临床心血管病杂志*,

2020, 36(6): 554-558.

[6] Coats L, Khambadkone S, Derrick G, et al. Physiological consequences of percutaneous pulmonary valve implantation: the different behaviour of volume- and pressure-overloaded ventricles[J]. *Eur Heart J*, 2007, 28(15): 1886-1893.

[7] Martin MH, Shahnavaz S, Peng LF, et al. Percutaneous transcatheter pulmonary valve replacement in children weighing less than 20 kg[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2018, 91(3): 485-494.

[8] Tanase D, Ewert P, Georgiev S, et al. Tricuspid regurgitation does not impact right ventricular remodeling after percutaneous pulmonary valve implantation[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10(7): 701-708.

[9] Faccini A, Butera G. Tricuspid regurgitation as a complication of Edwards Sapien XT valve implantation in pulmonary position a problem to deal with[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2018, 91(5): 927-931.

[10] 蒋兴林,蔡琳,成联超,等. 不同年龄段 ST 段抬高型心肌梗死患者行急诊 PCI 治疗时救治延误的差异及分析[J]. *临床心血管病杂志*, 2019, 35(11): 1002-1005.

[11] Paech C, Dähnert I, Riede FT, et al. QRS width as a predictor of right ventricular remodeling after percutaneous pulmonary valve implantation [J]. *Pediatr Cardiol*, 2017, 38(6): 1277-1281.

[12] Loar RW, Qureshi AM, Miyake CY, et al. Percutaneous pulmonary valve implantation-associated ventricular tachycardia in congenital heart disease[J]. *J Interv Cardiol*, 2016, 29(6): 639-645.

[13] Hascoet S, Mauri L, Claude C, et al. Infective endocarditis risk after percutaneous pulmonary valve implantation with the melody and sapien valves[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10(5): 510-517.

[14] Lehner A, Haas NA, Dietl M, et al. The risk of infective endocarditis following interventional pulmonary valve implantation: A meta-analysis [J]. *J Cardiol*, 2019, 74(3): 197-205.

[15] 龙向淑,杨太,张长海,等. 先天性心脏病复合畸形患者行同期介入治疗的长期疗效及安全性观察[J]. *临床心血管病杂志*, 2019, 35(12): 1141-1144.

[16] Whitlock RP, Sun JC, Fremes SE, et al. Antithrombotic and thrombolytic therapy for valvular disease: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed; American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines [J]. *Chest*, 2012, 141(2 Suppl): e576S-e600S.

(收稿日期:2020-04-13)