

单纯超声心动图引导下经皮球囊 主动脉瓣成形术



谢涌泉, 赵广智, 李慕子, 龚丁旭, 张凤文, 欧阳文斌, 潘湘斌

国家心血管病中心 中国医学科学院阜外医院 结构性心脏病中心 (北京 100037)

【摘要】 目的 评价单纯超声心动图引导下经皮球囊主动脉瓣成形术治疗先天性主动脉瓣狭窄的中期结果。方法 回顾性分析 2016 年 1 月至 2017 年 11 月在我中心接受单纯超声心动图引导下经皮球囊主动脉瓣成形术的连续 12 例先天性主动脉瓣狭窄患者的临床资料, 其中男 7 例、女 5 例, 平均年龄 (18.27±15.30) 岁。术前平均峰值跨瓣压差 61.8 ~ 110 (80.30±24.50) mm Hg, 50% 患者合并主动脉瓣反流。结果 术后即刻平均峰值跨瓣压差 16 ~ 51 (36.72±12.33) mm Hg, 与术前比较差异有统计学意义 ($P=0.000$)。随访期内平均峰值跨瓣压差 37.06±13.52 (21~58) mm Hg, 与术后即刻压差无显著统计学差异 ($P=0.31$)。术后即刻和随访期内 58% 患者合并主动脉瓣反流, 与术前无统计学差异 ($P=0.682$)。结论 单纯超声引导下经皮球囊主动脉瓣成形术治疗先天性主动脉瓣狭窄安全可行, 具有很高的成功率和极低的并发症发生率。

【关键词】 经皮球囊主动脉瓣成形术; 主动脉瓣狭窄; 超声心动图

Percutaneous aortic balloon valvuloplasty guided by echocardiography solely

XIE Yongquan, ZHAO Guangzhi, LI Muzi, GONG Dingxu, ZHANG Fengwen, OUYANG Wenbin, PAN Xiangbin

Structural Heart Disease Center, Department of Cardiovascular Surgery, Fuwai Hospital, National Center for Cardiovascular Disease, P.R.China

Corresponding author: PAN Xiangbin, Email: xiangbin428@hotmail.com

【Abstract】 Objective To analyze the midterm outcome of patients with congenital aortic stenosis underwent percutaneous balloon aortic valvuloplasty by sole echocardiographic guidance. **Methods** Clinical data of 12 patients of congenital aortic stenosis underwent percutaneous balloon aortic valvuloplasty (PBAV) by sole echocardiographic guidance in Fuwai Hospital from January 2016 to November 2017 were retrospectively analyzed. There were 7 males and 5 females with an average age of 18.27±15.30 years. The preoperative mean peak pressure gradient was 61.8–110 (80.30±24.50) mm Hg, and 50% of patients had aortic regurgitation. **Results** All 12 patients successfully underwent PBAV. Aortic annulus diameter was 18.65±3.17 mm and balloon diameter was 17.62±3.77 mm, with B/A ratio 0.92±0.07. The peak transaortic gradient significantly decreased from 80.30±24.50 (58 ~ 112) mm Hg preoperatively to 36.72±12.33 (16–51) mm Hg ($P=0.000$) postoperatively, and there was no significant difference of aortic regurgitation between preoperative and postoperative result. **Conclusion** This study demonstrates that the systematic use of Doppler echocardiography guidance solely for PBAV interventions is feasible, and that it is associated with a high success and a very low complication rate.

【Key words】 Percutaneous balloon aortic valvuloplasty; congenital aortic stenosis; echocardiography

先天性主动脉瓣狭窄的发病率占先天性心脏病的 3% ~ 6%。1983 年 Lababidi^[1]首次采用经皮球

囊主动脉瓣成形术 (Percutaneous Balloon Aortic Valvuloplasty, PBAV) 治疗先天性主动脉瓣狭窄 (congenital aortic stenosis, CAS), 30 多年的临床实践表明, 对于不适合行外科手术的患者, 尤其是婴幼儿, PBAV 是一种有效的治疗方法^[2]。这种治疗手段经过多年的发展, 经典的放射线引导下 PBAV

DOI: 10.7507/1007-4848.201805060

基金项目: 北京市优秀人才资助计划青年拔尖团队项目 (2015000021223TD05); 中国医学科学院医学与健康科技创新工程 (2017-I2M-4-001)

通信作者: 潘湘斌, Email: xiangbin428@hotmail.com

一直是其主流操作方式。近年来,越来越多的中心采用放射结合超声引导的 PBAV 获得了良好的经验,但单纯超声引导下的 PBAV 鲜有报道。我中心在全世界最早开始实施单纯超声引导下的经皮介入治疗,最初治疗对象为不适合放射介入治疗的特殊患者如孕妇、血液病、造影剂过敏、肾功能不全患者,后来鉴于超声引导相较于射线引导在心脏结构方面的优势,逐渐发展到治疗常规先天性心脏病患者,该方法已经日趋成熟。本研究介绍了我中心采用单纯超声心动图引导下经皮球囊主动瓣成形术连续治疗 12 例先天性主动脉瓣狭窄患者的中期经验,并对这种方法的技术特点和疗效进行分析。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析 2016 年 1 月至 2017 年 11 月在我中心接受单纯超声心动图引导下经皮球囊主动瓣成形术的连续 12 例先天性主动脉瓣狭窄患者的临床资料,其中男 7 例、女 5 例,平均年龄(18.27±15.30)岁。术前超声心动图可见主动脉瓣膜增厚,回声增强,交界粘连,部分患者轻度钙化;收缩期主动脉瓣开放受限,瓣口缩小呈圆隆状;舒张期主动脉瓣关闭时正常的 Y 字型消失或呈一字形,关闭线偏移,伴有不同程度的左室壁向心性肥厚;其中中度狭窄(平均跨瓣压差 20~39 mm Hg)^[3]1 例;重度狭窄(平均压差 ≥ 40 mm Hg)^[3]11 例;主动脉瓣二瓣化 5 例;伴升主动脉狭窄后扩张 6 例。具体资料详见表 1 和 2。

诊断典型主动脉瓣狭窄患者,超声测量跨主动脉瓣峰值压差(TG) ≥ 70 mm Hg,无或仅轻度主动脉瓣反流;或者 TG ≥ 50 mm Hg,同时合并有劳力性呼吸困难、心绞痛、晕厥或先兆晕厥等症状,或者体表心电图(安静或运动状态下)左胸导联出现 T 波或 ST 段变化。手术禁忌征为 TG < 50 mm Hg 的无症状、无心电图改变的患者,或合并中-重度主动脉瓣反流,需要外科手术治疗的患者^[4]。轻度主动脉瓣反流诊断标准为:彩色反流束局限于二尖瓣前叶瓣尖水平的近端,近端反流束宽度与左心室流出道宽度比值 < 25%。中度主动脉瓣反流诊断标准为:彩色反流束达到二尖瓣以远,近端反流束宽度与左室流出道宽度比值为 25-65% 之间。重度主动脉瓣反流诊断标准为:彩色反流束达到二尖瓣以远,反流束的近端宽度与左心室流出道宽度比值 > 65%^[5]。所有病例均经阜外医院伦理委员会审核批准,术前患者本人或监护人签署知情同意书。

1.2 手术方法

计划以经胸超声引导的患者可选择 1% 利多卡因于右侧腹股沟区股静脉穿刺处施行局部浸润麻醉。如果患者因过度肥胖等原因,经胸超声声窗太差,可采用食管超声进行引导,此时一般需要全麻气管插管。术前再次行超声检查,测量主动脉瓣环直径及跨瓣压差(图 1)。穿刺右侧颈内静脉,置入 6F 动脉鞘,经动脉鞘送入临时起搏导线至右心室,连接临时起搏器备用。穿刺右侧股动脉,送入 6F 猪尾导管及导丝。超声显示胸骨上窝切面,引导猪尾导管经主动脉弓进入升主动脉到达主动脉瓣上方。保留导丝,退出猪尾导管,用手指测量猪尾导管曾经插入体内的深度,为第一工作距离。沿导丝将 MPA2 导管送入体内,插入深度与第一工作距离一致,升主动脉测压。在超声引导下,微调 MPA2 导管的位置及方向,使其朝向狭窄的主动脉瓣口,并在心脏收缩期推送导管通过主动脉瓣。导管进入左室后测量左室压并计算跨瓣压差。退出 MPA2 导管保留导丝于左心室内,测量 MPA2 导管插入体内的深度,标记为第二工作距离。选择球囊直径不超过主动脉瓣环直径,重度狭窄的患者可以

表 1 围术期资料 [/例 (%)]

资料	数据
年龄(岁)	18.27±15.30
体重(kg)	40.30±20.73
男	7(58)
二瓣化	5(42)
LVEF(%)	61.15±17.35
主动脉瓣环直径(mm)	18.65±3.17
球囊直径(mm)	17.62±3.77
球瓣比	0.92±0.07
局麻下经胸超声引导	10(83.3)
全麻下经食管超声引导	2(16.7)
院内并发症	0

表 2 术前、术后即刻比较 [例 (%) / $\bar{x} \pm s$]

资料	术前	术后即刻	P 值
主动脉瓣反流	6(50)	7(58)	0.682
微量	4	5	
少量	2	2	
导管测量跨瓣压差(mm Hg)	72.25±30.61	24.65±19.30	0.000
超声测量跨瓣压差(mm Hg)	80.30±24.50	36.72±12.33	0.000

先从小球囊开始扩张，再增加球囊直径进行扩张。沿导丝送入球囊导管，球囊导管插入深度达到第二工作距离后，调整导管使主动脉瓣位于球囊中部，常规使用起搏器超速抑制，快速充盈球囊扩张主动脉瓣（图 2）。扩张后吸瘪球囊并将其退入主动脉，利用多普勒观察主动脉瓣开放及反流情况（图 3），若开放不满意，则增加球囊直径进行再次扩张。扩张满意后，退出导管、导丝及动脉鞘，压迫止血，绷带包扎。

1.3 随访

术后 1、3、6 及 12 个月随访，复查心电图、胸部 X 线片及超声心动图，重点观察主动脉瓣开闭情况、跨瓣压差、主动脉瓣关闭不全程度（轻度以上为有意义）、明确有无二次手术指征。手术满 1 年后每年复查一次。随访截至 2018 年 3 月 30 日。

1.4 统计学分析

采用 SPSS19.0 统计学软件进行分析，正态分布的计量资料用均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，组间比较

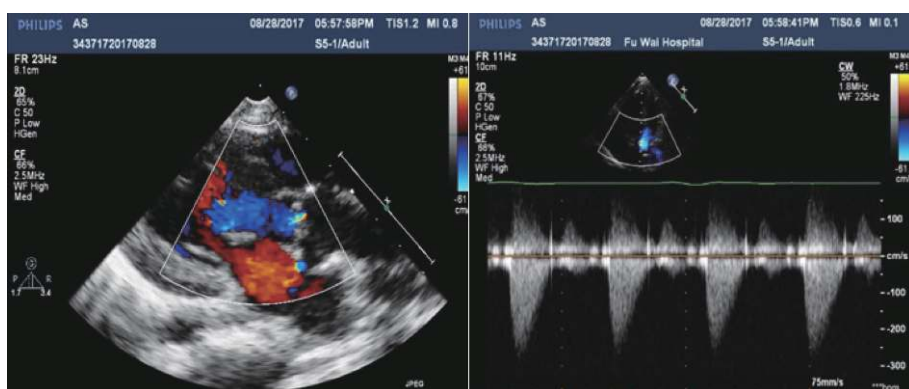


图 1 术前测量主动脉瓣狭窄程度为重度



图 2 球囊导管经过狭窄的主动脉瓣口并进行扩张，箭头所指为球囊



图 3 术后即刻效果判定，跨瓣压差明显降低，箭头所指为扩张后的主动脉瓣

采用 t 检验; 计数资料用频数或百分比表示, 组间比较采用卡方检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围术期资料

全部 12 例患者均顺利完成手术。除 2 例患者由于声窗不佳术中转为经食管超声 (TEE) 引导外, 其余 10 例均在经胸超声 (TTE) 引导下顺利完成。平均主动脉瓣环直径为 (18.65 ± 3.17) mm, 球囊直径 (17.62 ± 3.77) mm, 球瓣比 (B/A) 为 0.92 ± 0.07 。术前 4 例患者合并不同程度的心包积液。1 例合并主动脉瓣下隔膜, 另外 1 例合并主动脉瓣下隔膜患者同期行动脉导管封堵, 1 例合并轻度二尖瓣狭窄, 还有 2 例合并轻度二尖瓣关闭不全。术前 4 例患者合并微量主动脉瓣反流, 2 例轻度反流。跨主动脉瓣压差由术前的 $58 \sim 112$ (80.30 ± 24.50) mm Hg 降至术后的 $16 \sim 51$ (36.72 ± 12.33) mm Hg ($P = 0.000$)。术后 5 例患者微量主动脉瓣反流, 2 例轻度反流, 与术前无显著统计学差异 ($P = 0.682$)。无围术期死亡及血管损伤、心包压塞、体循环栓塞等其他并发症。

2.2 随访结果

平均随访时间为 11.52 ± 9.31 (4-27) 月, 随访期内平均跨瓣压差为 $21 \sim 58$ (37.06 ± 13.52) mm Hg, 与术后即刻压差无显著统计学差异 ($P = 0.31$)。随访期内患者主动脉瓣反流保持稳定 (58%), 与术后即刻值相同。所有患者心功能正常, 无死亡和再手术治疗。

3 讨论

经皮球囊主动脉瓣成形术成形术发展至今已有 30 多年的历史, 自上世纪 90 年代逐渐成熟以后, 虽然本世纪初逐渐有单位开始结合超声引导进行手术, 但经典的放射线引导下 PBAV 一直是其主流操作方式^[6-8]。毫无疑问, 即使是低剂量的放射治疗也与术后长期的肿瘤和心血管损伤密切相关, 尤其是婴幼儿^[13-18]; 同样也有许多患者由于自身因素, 不适合放射线引导下的介入手术。为了避免医患双方遭受辐射和使用造影剂、降低并发症和医疗支出, 也由于超声先天具有的在心脏结构显示方面的优势, 为获得更好的手术效果, 我中心将原来适用于某些不适合放射线引导介入治疗的患者的经皮单纯超声心动图引导介入手术在常规患者中推广, 取得了成功的经验^[9-12]。有了上述工作基础, 我

们尝试使用单纯超声心动图引导下经皮球囊主动脉瓣成形术治疗先天性主动脉瓣狭窄。

这种新型的术式需要注意某些操作原则。导管通过主动脉瓣口后, 部分重度狭窄的危重患者不能耐受导管对主动脉瓣口的堵塞, 出现心率血压下降, 此类患者可不测量左室压力而尽快进行球囊扩张。对于术前心功能较差的患者, 由于扩张的球囊会完全阻塞左室流出道, 影响冠状动脉供血并损害心功能, 导致患者出现严重心脏收缩功能障碍, 此类患者采用胸外按压复苏时效果往往不理想而预后极差。此类患者应该在杂交手术室内进行全麻下气管插管, 并将胸部消毒铺单后, 再进行经皮介入治疗; 一旦在吸瘪球囊后 $15 \sim 20$ s 内, 迅速撤出球囊, 经胸外按压不能恢复血压、心律, 应立即开胸在直视下进行心脏按摩, 帮助心脏度过最危险的阶段。本组患者中有一例术前 LVEF 只有 40%, 术中即采用全麻下气管插管, 食管超声引导, 体外循环机在手术室事先装机准备就绪后才开始手术, 扩张以后也曾出现一过性的血流动力学恶化。导管和导丝通过狭窄的主动脉瓣口时需注意两个技术要点: (1) 由于受到主动脉瓣口高速血流冲击的干扰, 导管或者导丝即使方向准确也很难通过狭窄的主动脉瓣, 所以更粗更硬的导管、导丝可以提供良好的抗干扰性。(2) 尽可能将导管靠近主动脉瓣开口平面, 在心脏收缩期推送导丝。超声引导非常有助于实现这些技巧, 因为在放射线引导下无法持续判断瓣膜开口平面, 更无法实时追踪瓣膜启闭的情况。

术后主动脉瓣反流的发展是影响长期结果最重要的因素^[5, 19-22]。有文献报道年龄 $1 \sim 5$ 岁、既往曾行主动脉瓣切开术、单叶或者二瓣化、主动脉瓣环 < 16 mm 和术前即存在轻度主动脉瓣反流是术后主动脉瓣中-重度反流的预测因素^[5, 19-20], 然而, 最重要的风险因素是过度扩张导致球瓣比大于 1.0 ^[19-20]。而且, Christine 的研究首先揭示了造影测量通常会导致主动脉瓣环直径的高估, 一般比超声测量高出 2 mm。这个发现也许可以解释为何即使在球瓣比 < 1 的患者仍然出现明显的瓣膜反流, 提示应该在超声心动图的基础上测量主动脉瓣环直径^[8]。在这种新型的操作方法中我们始终遵循单纯超声测量确定主动脉瓣环直径并且球囊直径从瓣环直径的 $80\% \sim 90\%$ 开始逐步扩张并且始终保持球瓣比 $< 100\%$ 的原则。而且, 如上文所提到的, 由于超声引导可以更精确地判断瓣环平面、明确导管的位置和方向、持续精确地反映瓣膜的运动, 导管和导丝

可以更为精确也更容易通过狭窄的瓣口,相应地减少操作对瓣叶的损伤;同时即使微小的瓣叶穿孔也能被及早发现,超声对上述操作副损伤的高敏感性可以避免导管或者球囊在穿孔位置继续操作导致的急性主动脉瓣重度反流。对主动脉瓣环平面的精确定位有助于球囊的中部准确定位于瓣环平面,减少球囊滑动对瓣膜的损伤。得益于超声相对于射线引导的种种优势,本组患者术前、术后主动脉瓣反流无显著差异可能预示着良好的长期结果,这一点还有待于长期随访加以证实。

本研究表明单纯超声引导的经皮球囊主动脉瓣成形术具有其独特的技术特点,应用此方法治疗先天性主动脉瓣狭窄安全可行,具有很高的成功率和极低的并发症发生率,同时可能预示着良好的远期结果。

参考文献

- Lababidi Z. Aortic balloon valvuloplasty. *Am Heart J*, 1983, 106(4 Pt 1): 751-752.
- Cribier A, Savin T, Saoudi N, *et al.* Percutaneous transluminal valvuloplasty of acquired aortic stenosis in elderly patients: an alternative to valve replacement? *Lancet*, 1986, 1(8472): 63-67.
- 张瑞岩. 主动脉瓣狭窄程度的判定及治疗推荐——2014美国心脏病学会/美国心脏病学会瓣膜病指南解读. *中国医刊*, 2015, 50(1): 23-25.
- 中国医师协会儿科医师分会先天性心脏病专家委员会. 儿童常见先天性心脏病介入治疗专家共识. *中华儿科杂志*, 2015, 53(1): 17-24.
- Moore P, Egito E, Mowrey H, *et al.* Midterm results of balloon dilation of congenital aortic stenosis: predictors of success. *J Am Coll Cardiol*, 1996, 27(5): 1257-1263.
- Weber HS, Mart CR, Kupferschmid J, *et al.* Transcatheter balloon valvuloplasty with continuous transesophageal echocardiographic guidance for neonatal critical aortic valve stenosis: an alternative to surgical palliation. *Pediatr Cardiol*, 1998, 19(3): 212-217.
- Patel S, Saini AP, Nair A, *et al.* Transcatheter balloon valvuloplasty in neonates and small infants with critical aortic valve stenosis utilizing continuous transesophageal echocardiographic guidance: A 22 year single center experience from the cath lab to the bedside. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2015, 86(5): 821-827.
- Bourgault C, Rodés-Cabau J, Côté JM, *et al.* Usefulness of Doppler echocardiography guidance during balloon aortic valvuloplasty for the treatment of congenital aortic stenosis. *Int J Cardiol*, 2008, 128(1): 30-37.
- Pan X, Ouyang W, Li S, *et al.* Safety and efficacy of percutaneous patent ductus arteriosus closure solely under thoracic echocardiography guidance. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi*, 2015, 43(1): 31-33.
- Liu Y, Guo GL, Ouyang WB, *et al.* Feasibility and effectiveness of percutaneous ventricular septal defect closure under solely guidance of echocardiography. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2017, 97(16): 1222-1226.
- Pan XB, Ou-Yang WB, Pang KJ, *et al.* Percutaneous closure of atrial septal defects under transthoracic echocardiography guidance without fluoroscopy or intubation in children. *J Interv Cardiol*, 2015, 28(4): 390-395.
- Wang SZ, Ou-Yang WB, Hu SS, *et al.* First-in-Human Percutaneous Balloon Pulmonary Valvuloplasty Under Echocardiographic Guidance Only. *Congenit Heart Dis*, 2016, 11(6): 716-720.
- Bacher K, Bogaert E, Lapere R, *et al.* Patient-specific dose and radiation risk estimation in pediatric cardiac catheterization. *Circulation*, 2005, 111(1): 83-89.
- Cohen S, Liu A, Gurvitz M, *et al.* Exposure to Low-Dose Ionizing Radiation From Cardiac Procedures and Malignancy Risk in Adults With Congenital Heart Disease. *Circulation*, 2018, 137(13): 1334-1345.
- Baysson H, Réhel JL, Boudjemline Y, *et al.* Risk of cancer associated with cardiac catheterization procedures during childhood: a cohort study in France. *BMC Public Health*, 2013, 13: 266.
- Meinel FG, Nance JW Jr, Harris BS, *et al.* Radiation risks from cardiovascular imaging tests. *Circulation*, 2014, 130(5): 442-445.
- Andreassi MG, Ait-Ali L, Botto N, *et al.* Cardiac catheterization and long-term chromosomal damage in children with congenital heart disease. *Eur Heart J*, 2006, 27(22): 2703-2708.
- Modan B, Keinan L, Blumstein T, *et al.* Cancer following cardiac catheterization in childhood. *Int J Epidemiol*, 2000, 29(3): 424-428.
- McCrinkle BW. Independent predictors of immediate results of percutaneous balloon aortic valvotomy in children. *Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies (VACA) Registry Investigators. Am J Cardiol*, 1996, 77(4): 286-293.
- Sholler GF, Keane JF, Perry SB, *et al.* Balloon dilation of congenital aortic valve stenosis. Results and influence of technical and morphological features on outcome. *Circulation*, 1988, 78(2): 351-360.
- Balmer C, Beghetti M, Fasnacht M, *et al.* Balloon aortic valvoplasty in paediatric patients: progressive aortic regurgitation is common. *Heart*, 2004, 90(1): 77-81.
- Reich O, Tax P, Marek J, *et al.* Long term results of percutaneous balloon valvuloplasty of congenital aortic stenosis: independent predictors of outcome. *Heart*, 2004, 90(1): 70-76.

收稿日期: 2018-05-19 修回日期: 2018-06-18

本文编辑: 董敏