

· 病例报告 ·

3D打印技术辅助下经导管封堵主动脉窦瘤破裂一例

杨延坤 郑宏 徐争鸣 孙鑫 杨新令 兰天 吕滨 杨帆

【关键词】 主动脉窦瘤；3D 打印技术

【中图分类号】 R541.1 R543.1

3D (3-dimensional, 3D) 打印技术属于快速成型技术的一种，是一种以数字模型文件为基础，运用粉末状金属或塑料等可粘合材料，通过逐层堆叠累积的方式来构造物体的技术。目前，该技术主要应用于航天工业、建筑设计、汽车制造、文物保护等领域。医学上则多见于人工肝脏、人工耳及人工骨骼等方面，而该技术在结构性心脏病上的应用，国外虽有不少研究，但在国内尚处于起步阶段。本文就3D打印技术辅助下经导管封堵主动脉窦瘤破裂一例报道如下。

患者女，21岁，主因“室间隔缺损修补术后11年，发现心脏杂音1个月余”入院。1个月前患者复查超声心动图提示补片周围可见2~3 mm残余分流，疑补片周围漏。患者一般状况可，平时易感冒，体力活动耐受性较差。查体：血压110/60 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa)，双肺呼吸音清，未闻及干湿性啰音，心率72次/min，胸骨左缘第3~4肋间可闻及Ⅲ级收缩期为主的连续性杂音，无紫绀与杵状指、趾。实验室检查：血常规、尿常规、血生化等正常。心电图大致正常，胸片见肺动脉段凸，左四弓圆隆，心胸比为0.51。超声心动图显示：左心室增大，室间隔膜部补片处回声连续完整，但肺动脉瓣下可疑回声脱失约13 mm，右心室前向血流速度增快，流速约3.9 m/s，主动脉右冠状动脉窦变薄呈瘤样向右心室流出道膨凸，右冠状动脉窦壁探及约3 mm破口。为明确诊断行CT血管造影(CTA)检查(图1)示：两心室增大，左心室横径59 mm，右心室横径44 mm，右冠状动脉窦底部与右心室间通过4 mm瘘口交通。入院诊断：先天性心脏病，主动脉窦瘤破裂，室间隔缺损修补术后，右心室流出道轻中度狭窄，心脏扩大，心功能Ⅰ级。患者曾行开胸心脏外科手术，本次要求行不开刀的介入治疗，即行经导管主动脉窦瘤破裂封堵术。

为了更直观了解窦瘤脱垂、破裂口的大小与空间解剖位置及右心室流出道的情况，术前行患者CTA检查相关数据的基础上应用3D打印技术打印出其心脏模型(图2 A, 2B)，并在该模型上选用相应的封堵器进行模拟封堵(图

2 C, 2D)。术中局麻下穿刺右股动脉、静脉，先行左、右心导管检查及左心室、升主动脉造影，其中右心室压70/8 (25) mm Hg，肺动脉压18/6 (12) mm Hg，肺动脉至右心室连续测压52 mm Hg收缩压差，Qp/Qs为1.19。左心室造影示：心室水平无左向右分流，升主动脉造影(图3A, 3B)示主动脉右冠状动脉窦膨凸入右心室流出道，破口径约4~6 mm，未见主动脉瓣反流。遂建立股动脉-主动脉

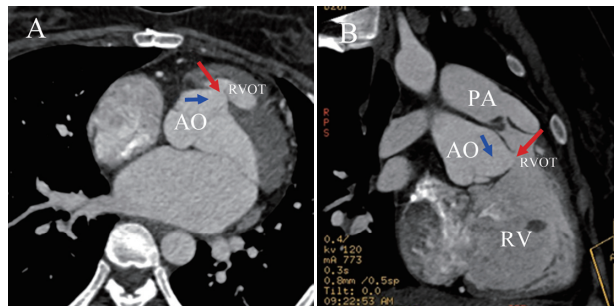


图1 CT血管造影检查 AO，主动脉；PA，肺动脉；RV，右心室；RVOT，右心室流出道，蓝色箭头：主动脉右冠状窦；红色箭头，主动脉窦瘤破裂口

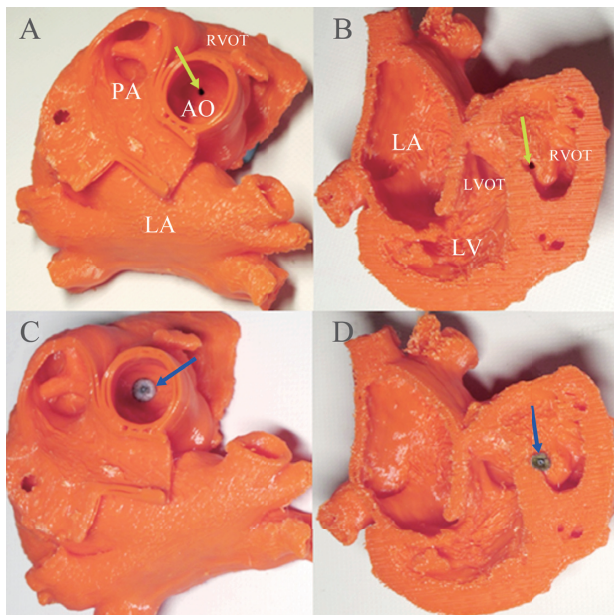


图2 A、B. 黄色箭头指示主动脉右冠状窦破口，C、D. 蓝色箭头指示术前拟行封堵器(江西科唯美医疗有限公司8/6 mm动脉导管未闭封堵器)试封堵 AO，主动脉；PA，肺动脉；LA，左心房；LV，左心室；LVOT，左心室流出道；RVOT，右心室流出道

DOI: 10.3969/j.issn.1004-8812.2014.01.000

作者单位：100037 北京，中国医学科学院阜外心血管病医院放射科(杨延坤、郑宏、杨新令、兰天、吕滨、杨帆)；北京，中国人民解放军海军总医院心脏中心(徐争鸣)；北京，中国人民解放军空军航空医院研究所附属医院胸心外科(孙鑫)

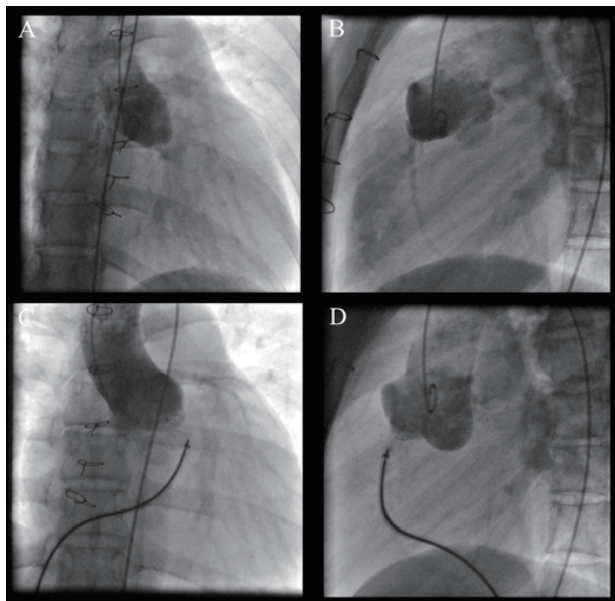


图3 A、B. 为主动脉根部造影右前斜位及左侧位示主动脉破口位置（破入右心室流出道）；C、D. 为封堵器释放前主动脉根部造影示封堵器位置、形态可，未见残余分流及主动脉瓣反流。（从图片看选择的封堵器凹征明显且较长，容易加重右心室流出道狭窄）

窦瘤破口 - 右心室 - 右心房 - 下腔静脉 - 股静脉的轨道，从股静脉送入 7 F 输送长鞘至升主动脉上段，选用北京华医圣杰公司 10/8 mm 动脉导管未闭封堵器封堵窦瘤破口。封堵后 10 min 重复升主动脉造影示封堵器形态、位置良好，未见残余分流及主动脉瓣反流（图 3C，3D）。封堵后超声监测及导管测压示右心室流出道血流速度与术前大致相似，流速约 4 m/s。术中患者状态良好，未诉明显不适，与患者及家属商量治疗情况后决定释放封堵器并密切随访观察。术后 1 个月随访，患者一般状态良好，无任何不适症状。当地医院行超声心动图检查示心脏各房室不大，右心室流出道流速增快，流速约 4.4 m/s，故建议患者 3 个月来我院复查。

讨论 主动脉窦瘤是一种少见的先天性畸形，占先天性心脏病的 1.2%~1.6%，在亚洲人中的发生率要高于西方^[1]。其病因可由先天或后天因素引起，以先天性为主，一般认为与两个因素有关：一是胚胎期主动脉根部中层弹力纤维与主动脉瓣环连接发生障碍，造成局部管壁的薄弱区；二是主动脉瓣环本身的发育缺陷或托垫窦壁外的肌组织发育不良^[2]。此时，主动脉内高压血流长期作用于薄弱窦壁，致使其向外扩张成囊袋状并可破入心腔。主动脉窦瘤最常见于右冠状窦，约占 88.4%，无冠状窦次之，左冠状窦少见，破入心腔以右心室或右心房发生率最高^[3]。本例患者为主动脉右冠状窦瘤破入右心室流出道，其原因先天性与后天性因素（手术影响）均可能存在^[4]。术前在 3D 打印模型标本上，术者曾分别以 8/6 mm 动脉导管未闭封堵器及 8 mm 室间隔缺损封堵器进行试封堵，得到效果相当，但考虑 3D 打印模型显示病变窦瘤破口的非顺应性，结合术中测量值选择 10/8 mm 动脉导管未闭封堵器进行封堵，

结果显示封堵效果良好且未见主动脉瓣反流，右心室流出道流速较与术前相仿。有报道显示封堵器选择过大可造成右心室流出道的狭窄^[5]，本例术前诊断右心室流出道的狭窄很可能与患者既往室间隔缺损修补术采用右心室流出道纵行切口使其顺应性发生改变以及冠状动脉窦脱入右心室流出道有关。因此，对于主动脉窦瘤破入右心室流出道合并右心室流出道狭窄的患者封堵器大小与类型选择应严密谨慎，采用小腰单侧大边型的室间隔缺损封堵器可能效果会更好。总而言之，主动脉窦瘤破裂介入封堵术具有良好的安全性及有效性^[5]。

本病例特别之处在于应用辅助 3D 打印模型。3D 打印模型形象、直观，可以实现与实物间 1:1 的完全复制，为术者提供一个全方位的病变视角，指导相应手术的路径、器材的选择，从而评估手术难度，术者可在模型上进行模拟操作，并可提前预测手术效果。目前，3D 打印在心脏方面的应用已经覆盖结构性心脏病的各个部分，如房间隔缺损、室间隔缺损、复杂先天性心脏病、主动脉假性动脉瘤、左心室室壁瘤、二尖瓣置换瓣周漏及二尖瓣狭窄球囊扩张、肺动脉瓣植入等^[6-10]。理论上凡是结构性心脏病 3D 打印技术都可以打印出相应模型，同时随着技术和材料的更新，具有一定柔软性和可切割性的材料将允许术者在术前来模拟心脏手术。我们相信 3D 打印技术将惠及更多的结构性心脏病，尤其是复杂性心血管结构的患者，为心脏科医生术前全面的解剖评估提供帮助。

参 考 文 献

- [1] Chu SH, Hung CR, How SS, et al. Ruptured aneurysms of the sinus of valsalva in oriental patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1990, 99:288-298.
- [2] 贾志豪, 马依彤. 主动脉窦瘤破裂的介入治疗进展. *中国介入心脏病学杂志*, 2008, 16:55-57.
- [3] Luo XJ, Li X, Peng B, et al. Modified sakakibara classification system for ruptured sinus of valsalva aneurysm. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2013, 146:874-878.
- [4] Zhao SH, Yan CW, Zhu XY, et al. Transcatheter occlusion of the ruptured sinus of valsalva aneurysm with an amplatzer duct occluder. *Int J Cardiol*, 2008, 129:81-85.
- [5] 管丽华, 谢迪杨, 周达新, 等. 经皮导管介入治疗主动脉窦瘤破裂的疗效和安全性. *上海医学*, 2012, 35:774-778.
- [6] Kim MS, Hansgen AR, Wink O, et al. Rapid prototyping: A new tool in understanding and treating structural heart disease. *Circulation*, 2008, 117:2388-2394.
- [7] Jacobs S, Grunert R, Mohr FW, et al. 3D-imaging of cardiac structures using 3D heart models for planning in heart surgery: A preliminary study. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2008, 7:6-9.
- [8] Kim MS, Hansgen AR, Carroll JD. Use of rapid prototyping in the care of patients with structural heart disease. *Trends Cardiovasc Med*, 2008, 18:210-216.
- [9] Riesenkaempff E, Rietdorf U, Wolf I, et al. The practical clinical value of three-dimensional models of complex congenitally malformed hearts. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2009, 138:571-580.
- [10] Schievano S, Migliavacca F, Coats L, et al. Percutaneous pulmonary valve implantation based on rapid prototyping of right ventricular outflow tract and pulmonary trunk from mr data. *Radiology*, 2007, 242:490-497.

（收稿日期：2013-11-20）