

临床研究

计算机断层摄影术在经皮肺动脉瓣植入术的应用及评价

万俊义, 王恩宁*, 蒋世良, 徐仲英, 潘湘斌, 宋会军, 吕滨, 逢坤静, 刘倩倩, 张戈军

摘要

目的: 计算机断层摄影术(CT)评估肺动脉根部结构在经皮肺动脉瓣植入术(PPVI)的应用。

方法: 对 2014-05 至 2016-07 在我院拟行 PPVI 的 19 例肺动脉瓣重度关闭不全患者进行研究。分别行 CT、经胸超声心动图检查(TTE)采集肺动脉根部解剖数据, 并对比肺动脉瓣环测量差异。通过术后 1~26 个月随访, 评估术前测量准确性。

结果: 19 例患者术前 CT 测量肺动脉瓣环平均内径 (24.3 ± 3.5) mm, 肺动脉瓣窦管结合部内径 (25.4 ± 4.0) mm, 主肺动脉远端平均内径 (27.5 ± 4.8) mm, 右心室流出道平均内径 (36.8 ± 7.3) mm、主肺动脉长度 (45.5 ± 7.0) mm, 左肺动脉开口内径 (17.9 ± 1.5) mm, 右肺动脉开口内径 (18.5 ± 3.6) mm; TTE 测量肺动脉瓣环内径 (22.4 ± 4.4) mm。CT 测量肺动脉瓣环平均内径均值大于 TTE 测量肺动脉瓣环内径均值, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。随访 1~26 个月, 19 例患者均未出现支架断裂或移位、瓣周漏、肺动脉瓣少量以上反流或冠状动脉狭窄, 1 例右肺动脉开口受支架的裙部阻挡流速增快, 2 例肺动脉瓣残余轻度狭窄。

结论: CT 及 TTE 对于肺动脉瓣环测量结果存在差异, CT 可准确有效评估肺动脉根部形态及毗邻, 在 PPVI 术前评估中有重要的应用价值。

关键词 肺动脉瓣闭锁不全; 体层摄影术, X 线计算机

Application and Assessment of CT Scanning in Percutaneous Pulmonary Valve Implantation

WAN Jun-yi, WANG En-ning, JIANG Shi-liang, XU Zhong-ying, PAN Xiang-bin, SONG Hui-jun, LV Bin, PANG Kun-jing, LIU Qian-qian, ZHANG Ge-jun.

Department of Radiology, Cardiovascular Institute and Fu Wai Hospital, CAMS and PUMC, Beijing (100037), China

Co-corresponding Authors: ZHANG Ge-jun, Email: gjzhang212@163.com and LV Bin, Email: blu@vip.sina.com

Abstract

Objective: To assess the application value of CT scanning in percutaneous pulmonary valve implantation (PPVI).

Methods: A total of 19 patients with severe pulmonary regurgitation planned to receive PPVI in our hospital from 2014-05 to 2016-07 were studied. CT scan and transthoracic echocardiography (TTE) were conducted to collect the data of pulmonary root anatomy and to compare the difference of pulmonary annulus size measured by CT and TTE. The accuracy of pre-operative measurement was evaluated by the follow-up study at (1-26) months after the operation.

Results: In all 19 patients, the mean anatomic measurements by CT were as follows: diameter of pulmonary annulus (24.3 ± 3.5) mm, diameter of pulmonary sinotubular junction (25.4 ± 4.0) mm, diameter at distal of main pulmonary artery (27.5 ± 4.8) mm, diameter of right ventricular outflow tract (36.8 ± 7.3) mm, length of main pulmonary artery (45.5 ± 7.0) mm, diameter of left pulmonary artery (17.9 ± 1.5) mm and diameter of right pulmonary artery (18.5 ± 3.6) mm. The diameter of pulmonary annulus measured by CT was larger than TTE, $P < 0.05$. During (1-26) months follow-up period, no patients suffered from stent fracture or translocation, peri-pulmonary valve regurgitation, obvious pulmonary regurgitation or coronary stenosis; 1 patient had increased flow rate at right pulmonary artery opening by stent blocking and 2 patients had residue mild stenosis of pulmonary valve.

Conclusion: Pulmonary annulus size measured by CT and TTE was different; CT may precisely assess the morphology

作者单位: 100037 北京市, 中国医学科学院 北京协和医学院 国家心血管病中心 阜外医院 放射科(万俊义、王恩宁、蒋世良、徐仲英、宋会军、吕滨、张戈军), 心外科(潘湘斌), 超声科(逢坤静、刘倩倩)

作者简介: 万俊义 主治医师 硕士 主要从事心血管影像诊断与介入治疗工作 Email: wanjunyi911@aliyun.com; 共同通讯作者: 张戈军

Email: gjzhang212@163.com; 吕滨 Email: blu@vip.sina.com * 为共同第一作者

中图分类号: R541 文献标识码: A 文章编号: 1000-3614 (2017) 05-0489-04 doi: 10.3969/j.issn.1000-3614.2017.05.016

of pulmonary root with adjacent area which is important for pre-operative evaluation in PPVI patients.

Key words Pulmonary valve insufficiency; Tomography, X-ray computed

(Chinese Circulation Journal, 2017;32:489.)

经皮肺动脉瓣植入术(PPVI)是治疗肺动脉瓣反流的新技术,具有创伤小、术后恢复快等优点,也有良好的近、中期疗效。提高 PPVI 手术成功率及减少术后并发症的关键,是合理筛选患者及选择合适的瓣膜支架。常见的影像学评估方法包括计算机断层摄影术(CT)、超声心动图及心脏磁共振检查。PPVI 在我国尚处于起步阶段,中国人群肺动脉根部解剖数据鲜有论及。本研究旨在分析我院行 PPVI 的 19 例患者肺动脉根部解剖数据,比较不同方法对肺动脉瓣环测量的异同,结合术后并发症及随访结果,评估 CT 在 PPVI 术前的临床应用价值,总结 PPVI 术前影像学评估的初步经验。

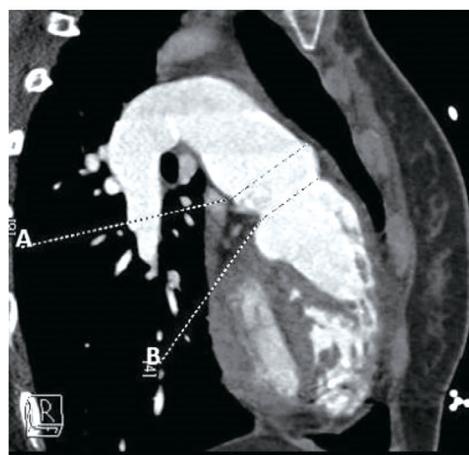
1 资料与方法

研究对象:选择 2014-05 至 2016-07 在我院行 PPVI 的 19 例肺动脉瓣重度关闭不全患者进行研究。其中男 6 例,女 13 例;年龄(25.8 ± 13.7)岁;身高(158.4 ± 8.8)cm;体重(51.6 ± 9.5)kg。19 例患者 17 例为法乐四联症矫治术后,1 例为肺动脉瓣狭窄外科成形术后,1 例为肺动脉瓣狭窄经皮球囊成形术后。入选标准:右心室流出道狭窄矫治术后重度的肺动脉瓣反流,且伴有以下任意一条:(1)研究对象有症状(劳力性呼吸困难、心悸、晕厥);(2)磁共振测量反流分数 $\geq 30\%$;(3)超声心动图测量肺动脉瓣反流 $\geq 3+$;(4)右心室功能不全(右心室射血分数 $\leq 35\%$);(5)中度以上三尖瓣反流;(6)持续性房性或室性心律失常。排除标准:(1)预先存在肺动脉分支狭窄;(2)重度胸壁畸形(漏斗胸等);(3)急性失代偿性心力衰竭;(4)活动性感染或心内膜炎;(5)出血倾向或凝血功能障碍;(6)已知对阿司匹林、肝素过敏或禁忌,或者对造影剂过敏;(7)女性患者尿液或血清妊娠试验阳性;(8)髂股血管不适合导引鞘安全放置。本研究已通过我院伦理委员会审核,患者及家属已签署手术知情同意书。

经胸超声心动图检查(TTE)测定:19 例患者由有经验的超声科医生根据标准超声及相同图像采集方法进行超声心动图检查,于胸骨旁主动脉根部短轴切面测量心脏收缩末期肺动脉瓣环内径,同时测

量主肺动脉内径、主肺动脉长度、右心室流出道内径、左、右肺动脉内径及评估肺动脉瓣反流程度。

CT 测定:采用德国西门子公司双源 CT,扫描范围为胸廓入口至膈肌下 2 cm 水平:回顾性心电门控+非管电流调制;准直为 $2\text{ mm} \times 32\text{ mm} \times 0.6\text{ mm}$;图像层厚 0.6 mm;管电压参考基准为 100 kv,机架旋转时间为 270 ms/周,螺距 0.2~0.43;对比剂注射方案采用三时相方案:(1)对比剂 70~80 ml,4~5 ml/s;(2)对比剂和生理盐水混合液,按 3:7 混合,共 30 ml,4~5 ml/s;(3)生理盐水 30~40 ml,4~5 ml/s。CT 图像后处理(图 1):应用 Siemens Syngo Via VA30A 图像后处理工作站的后处理软件,对图像进行多平面重建、曲面平面重建和容积再现技术等重建。于双斜位寻找肺动脉窦最低点,确定肺动脉瓣环层面,并通过软件自动重建肺动脉瓣环轴位切面,测量肺动脉瓣环直径(长径、短径),并计算平均径。假设瓣环为圆形,直径平均径=(长径+短径)/2,同时测量肺动脉瓣窦管结合部内径,主肺动脉远端平均内径[(长径+短径)/2],右心室流出道平均内径[距肺动脉瓣环下 1cm、(长径+短径)/2]、主肺动脉长度(肺动脉瓣环至肺动脉分叉处距离),左肺动脉开口内径,右肺动脉开口内径的测量。并比较 CT 与 TTE 测量肺动脉瓣环的差异。根据 CT 测量结果推荐选择 Venus-P 自膨胀式生物瓣膜型号(杭州启明公司)。



注: A: 肺动脉窦与主肺动脉结合部平面,即窦管结合部平面; B: 肺动脉窦最低点形成的平面,即肺动脉瓣环平面

图 1 计算机断层摄影术血管成像的肺动脉根部测量

住院期间及随访: 住院期间、术后 1 个月、3 个月、6 个月、12 个月及 24 个月随诊时行心电图检查、X 线胸片及 TEE, 术后 6 个月同时行 CT 和磁共振检查。观察内容包括: 支架移位、瓣周漏、阻挡肺动脉开口、人工瓣膜狭窄或反流、冠状动脉狭窄。

统计学处理: 采用 SPSS 17.0 统计软件包进行统计分析。连续变量以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 应用配对资料 t 检验进行统计学分析, 分类变量以百分比表示。以 $P < 0.05$ 定义为差异有统计学意义。

2 结果

19 例患者的肺动脉根部结构 CT 测量结果 (表 1): 19 例患者术前 CT 测量肺动脉瓣环平均内径 (24.3 ± 3.5) mm, 范围 (18.0~30.8) mm。TTE 测量肺动脉瓣环内径 (22.4 ± 4.4) mm, 范围 (13.0~31.0) mm, CT 测量主动脉瓣环平均内径均值大于 TTE 测量主动脉瓣环内径均值, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。根据 CT 测量结果, 选择 Venus-P 自膨胀式生物瓣膜型号, 术中植入 24~30 mm 瓣膜 2 例, 26~30 mm 瓣膜 1 例, 28~30 mm 瓣膜 4 例, 30~30 mm 瓣膜 6 例, 30~35 mm 瓣膜 1 例, 32~30 mm 瓣膜 5 例。

表 1 19 例患者的肺动脉根部结构 CT 测量结果 (mm, $\bar{x} \pm s$)	
项目	数值
肺动脉瓣环平均内径	24.3 ± 3.5
肺动脉瓣窦管结合部内径	25.4 ± 4.0
主肺动脉远端平均内径	27.5 ± 4.8
右心室流出道平均内径	36.8 ± 7.3
主肺动脉长度	45.5 ± 7.0
左肺动脉开口内径	17.9 ± 1.5
右肺动脉开口内径	18.5 ± 3.6

注: CT: 计算机断层摄影术

随访: 19 例患者均成功经皮置入 Venus-P 自膨胀式生物瓣膜, 住院期间观察及术后随访 1~26 个月, 所有患者未出现支架断裂或移位、肺动脉瓣反流、瓣周漏或冠状动脉受压; 1 例患者右肺动脉开口被支架部分阻挡, 流速增快 2.5 m/s, 2 例患者肺动脉瓣口流速轻度增快。

3 讨论

2000 年 Bonhoeffer 等^[1]报道了首例应用于临床

的 PPVI, 目前全球已成功实施约 4 000 例患者。总体来看, PPVI 是安全、可行和有效的^[2-4]。周达新等^[5]在 2013 年首先使用杭州启明公司 Venus P 瓣膜支架成功为 2 例法乐四联症术后合并重度肺动脉瓣反流的患者实施 PPVI。PPVI 纠正了肺动脉瓣反流、减轻了右心室容量负荷、促进右心室反向重塑、维持右心室功能在正常水平^[6]。目前, 我国 PPVI 技术尚处于起步阶段, 术前影像学评估尤其重要。本研究通过对 19 例 PPVI 患者进行 CT 及 TTE 测量总结了肺动脉根部解剖数据, 通过对比发现 CT 测量肺动脉瓣环内径较 TTE 存在差异。

在国内, 约 85 % 法乐四联症患者手术矫治过程中采用跨肺动脉瓣补片术(右心室流出道、肺动脉纵向切开后加补片以扩大管腔内径), 以解除右心室流出道及肺动脉狭窄, 破坏了右心室流出道室壁的完整性, 导致右心室流出道瘤以及肺动脉瓣反流^[7]; 而国外许多中心则会在右心室流出道置入带瓣膜人工血管, 短期不会出现肺动脉瓣反流, 长期应用会出现人工血管钙化梗阻和生物瓣膜退化导致肺动脉瓣关闭不全或狭窄。由于手术方式不同, 采用跨环补片方式手术的患者右心室流出道、主肺动脉及其分支形态更加多变^[8], 肺动脉瓣环差异更大, 术前准确评价患者肺动脉根部解剖形态至关重要。

肺动脉瓣环的测量是肺动脉根部重要参数, 肺动脉瓣环内径决定瓣膜型号的选择, 型号过大可能出现瓣膜启闭功能不全; 型号过小可能出现瓣周漏甚至瓣膜移位。同时, 心动周期会对肺动脉瓣环的评估产生影响, 收缩期和舒张期肺动脉瓣环的内径不同, 收缩期瓣环的内径较舒张期大, 如果按照舒张期的测值选择瓣膜型号可能低估, 使人工瓣膜出现不匹配。本研究中 CT 测量肺动脉瓣环平均内径大于 TTE 测量内径 ($P < 0.05$), 因肺动脉瓣环呈椭圆形而非标准圆形, 分别测量长短径计算内径均值可更好反应肺动脉瓣环实际内径。TTE 因其二维平面测量特点和肺动脉瓣钙化影响易低估肺动脉瓣环内径。

瓣膜支架有可能压迫冠状动脉引起心肌缺血和梗死, 是 PPVI 最严重的并发症^[9], CT 能够明确冠状动脉位置是否变异及冠状动脉与肺动脉根部毗邻关系, 预防瓣膜支架植入过程中导致冠状动脉受压。本组 19 例患者均未出现支架断裂或移位、瓣周漏、肺动脉瓣少量以上反流或冠状动脉狭窄。1 例早期病例右肺动脉开口部分遮挡, 原

因主要有两点:一是早期经验不足,瓣膜支架放置的位置过高,支架瓣膜的裙部阻挡了右肺动脉开口;二是选择支架型号不合适,患者主肺动脉长度相对较短,术中选择瓣膜支架过长,造成支架安置困难。因此,准确测量肺动脉瓣环的同时,还需要评估主肺动脉长度,才能选择合适的支架型号。另 2 例患者术前即合并肺动脉瓣轻至中度狭窄,置入瓣膜支架后狭窄并未完全解除,肺动脉瓣流速仍偏快。

在国外,CT 常用于评价冠状动脉与肺动脉根部毗邻关系,预防术中冠状动脉受压,瓣膜支架型号的选择依据术中所植入支架直径。而我国患者由于手术方式不同,肺动脉瓣环变异大,PPVI 术前需要更全面的影像学评估,本组病例术前 CT 检查提供了肺动脉根部结构,冠状动脉开口及走行,冠状动脉与肺动脉毗邻关系、肺动脉分支情况及推荐瓣膜支架型号等信息,19 例患者介入治疗均获成功,未出现严重并发症。

总之,本研究总结分析了肺动脉根部解剖数据测量的初步经验,今后将进一步扩大样本量,使影像学分析结果更好的指导临床,从而规范 PPVI 的临床应用。

参考文献

- [1] Bonhoeffer P, Boudjemline Y, Saliba Z, et al. Percutaneous replacement of pulmonary valve in a right-ventricle to pulmonary-artery prosthetic conduit with valve dysfunction. *Lancet*, 2000, 356: 1403-1405.
- [2] Lurz P, Coats L, Khambadkone S, et al. Percutaneous pulmonary valve implantation: impact of evolving technology and learning curve on clinical outcome. *Circulation*, 2008, 117: 1964-1972.
- [3] Eicken A, Ewert P, Hager A, et al. Percutaneous pulmonary valve implantation: two-centre experience with more than 100 patients. *Eur Heart J*, 2011, 32: 1260-1265.
- [4] Nordmeyer J, Lurz P, Khambadkone S, et al. Pre-stenting with a bare metal stent before percutaneous pulmonary valve implantation: acute and 1-year outcomes. *Heart*, 2011, 97: 118-123.
- [5] 周达新,潘文志,管丽华,等.经皮肺动脉瓣置入二例报道. *中国介入心脏病学杂志*, 2013, 21: 332-334.
- [6] 万俊义,陆敏杰,张戈军,等.经皮肺动脉瓣植入术后患者心功能的变化 8 例分析. *中国循环杂志*, 2016, 31: 683-686.
- [7] 凌雁,郭少先,沈向东,等.法乐四联症矫治术后右心室流出道瘤的临床分析. *中国循环杂志*, 2011, 26: 298-301.
- [8] Robin Chung, MPhil, MBBS, et al. Imaging for preintervention planning transcatheter pulmonary valve therapy. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2014, 7: 182-189.
- [9] Sridharan S, Coats L, Khambadkone S, et al. Transcatheter right ventricular outflow tract intervention: The risk to the coronary circulation. *Circulation*, 2006, 113: 934-935.

(收稿日期:2016-08-31)

(编辑:汪碧蓉)

读者·作者·编者

2016 版中国科学技术信息研究所科技论文统计结果： 2015 年《中国循环杂志》核心影响因子 1.762

2016 版科技部中国科学技术信息研究所发布的 2015 年中国科技论文统计结果表明:在全国 1 985 种科技核心期刊中,《中国循环杂志》核心影响因子 1.762,排名第 48 位。与 2014 年相比,2015 年《中国循环杂志》核心影响因子上升 37.23%,由 1.284 增至 1.762。

《中国循环杂志》是中文核心期刊和中国科技核心期刊。以从事心血管病学和相关学科的专业临床医生、科研和教学人员为读者对象,设有述评、论著、专题笔谈、病例报告、经验教训以及临床病例讨论、综述、学习园地、国内外学术动态等栏目,诚请广大作者和读者踊跃投稿和订阅。

《中国循环杂志》编辑部