

Applications of MSCT in transcatheter aortic valve implantation

MA Yue, HOU Yang, GUO Qi-yong*

(Department of Radiology, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, China)

[Abstract] Over the past few years, transcatheter aortic valve implantation (TAVI) has developed into an alternative treatment for high-risk severe aortic stenosis patients without surgical operation. Comprehensive assessment of the heart and great vessels anatomy before operation is helpful to select the appropriate procedures and to reduce the risk of TAVI. MSCT has high temporal resolution, spatial resolution and wide range coverage of single scanning, which can provide more comprehensive information for TAVI. The application of MSCT in TAVI preprocedural planning and follow-up evaluation were reviewed in this article.

[Key words] Tomography, X-ray computed; Transcatheter aortic valve implantation

多层螺旋 CT 在经导管主动脉瓣植入术中的应用

马 跃, 侯 阳, 郭启勇*

(中国医科大学附属盛京医院放射科, 辽宁 沈阳 110004)

[摘 要] 近年来,经导管主动脉瓣植入术(TAVI)为临床治疗外科手术禁忌的重度高危主动脉瓣狭窄提供了新的选择。治疗前全方位评估患者心脏和大血管的解剖有助于选择合适的 TAVI 手术方式、降低手术风险。MSCT 具有高时间分辨率、高空间分辨率及单次即可完成大范围覆盖扫描等优点,可为 TAVI 提供更全面的信息。本文对 MSCT 在 TAVI 术前评估及术后随访中的应用予以综述。

[关键词] 体层摄影术, X 线计算机; 经导管主动脉瓣植入术

[中图分类号] R814.42; R815 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2014)08-1272-04

主动脉瓣狭窄(aortic stenosis, AS)是老年人最常见的瓣膜病,发病率随年龄增长而升高,75 岁以上的人群中发病率接近 5%。AS 患者出现胸痛、晕厥、左心衰竭等严重症状时,若不及时或不当治疗,预后较差,平均生存期仅 1~3 年^[1]。重症 AS 临床首选的治疗方式为外科主动脉瓣置换术(surgical aortic valve replacement, SAVR),然而有超过 30%的老年患者由于肾衰竭、左心室射血功能减低、慢性阻塞性肺疾病等伴发病,手术风险过高而丧失外科手术机会。1984 年 Lababidi 等^[2]首次报道了应用经皮主动脉瓣球囊成形术治疗 AS,成为向经导管主动脉瓣置入术(transcath-

eter aortic valve implantation, TAVI)过渡的桥梁。1992 年 Andersen 等^[3]首先报道了 TAVI 的动物实验,2002 年 Cribier 等^[4]实施了世界上首例人体 TAVI 手术。此后,该项技术作为一种创伤较小、风险较低的介入治疗方法迅速发展。世界范围内约有超过 6 万例患者接受了 TAVI 治疗^[5]。研究^[6]表明,接受 TAVI 治疗的高危重度 AS 患者术后 1 年和 3 年的死亡率均较接受传统治疗者明显降低($P < 0.001$)。

TAVI 主要针对不能进行或不适合进行 SAVR 有明显症状的重度主动脉瓣狭窄患者,通常是指主动脉瓣面积 $< 1 \text{ cm}^2$ 或 $< 0.6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ 、欧洲心脏手术风险评分(Logistic EuroSCORE) $> 20\%$ 和(或)美国胸外科医师学会(Society of Thoracic Surgeons, STS)评分 $> 10\%$ 的患者^[7]。介入治疗仍具有一定的风险,实施 TAVI 治疗应由包括影像医师参与的多学科心脏团队对患者的临床症状、手术难度风险性及获益进

[作者简介] 马跃(1983—),女,辽宁锦州人,在读博士,主治医师。研究方向:CT 影像诊断。E-mail: mmaayyuezzz@163.com

[通讯作者] 郭启勇,中国医科大学附属盛京医院放射科,110004。E-mail: guoqy@sj-hospital.org

[收稿日期] 2014-03-17 [修回日期] 2014-06-06

行综合评估。MSCT 因其具有较高的时间分辨率和空间分辨率、单次即可完成大范围覆盖扫描等优点被心血管 CT 学会(Society of Cardiovascular Computed Tomography, SCCT)推荐为进行 TAVI 术前评估及术后随访的有利工具^[8]。本文对 MSCT 在 TAVI 术中的应用予以综述。

1 MSCT 扫描方法及图像后处理

1.1 评估 TAVI 的扫描及重建方法 心脏 CT 检查对设备软硬件要求较高,为保证图像质量,CT 扫描机以 64 排 CT 以上为佳。扫描包括冠状动脉 CT 血管成像和全主动脉 CT 血管成像两部分;主动脉根部成像需收缩期及舒张期回顾性心电门控;腹主动脉和外周血管不需心电门控;扫描层厚应小于 1 mm^[8-9]。由于 TAVI 患者多常规应用倍他乐克,因此检查前不需再次使用。

扫描结束后,选择收缩期主动脉瓣开放最充分的时相作为后处理的主要时相并辅以舒张期时相,进行三维重建,重建方法可选择表面阴影遮盖(shaded-surface display, SSD)、VR、MIP 等方法。为精确测量,一般还需构建与经典超声和造影平面相一致的二维平面,同时还可以进行与中央轴、心腔、血管长轴相垂直的二维平面重建,如主动脉瓣环平面、斜冠状位及斜矢状位等^[8-9]。

1.2 需测量的指标及测量方法

1.2.1 主动脉瓣环及主动脉根部指标的测量 通常选择收缩期图像,测量指标包括:①主动脉瓣环水平(即 3 个冠状窦最底点水平)测量主动脉瓣环长径、短径和周长,用以进一步计算瓣环的有效直径(直径 = $2 \times \sqrt{\text{面积}/\pi}$ 或直径 = 周长/ π)^[10];②通过斜冠状位及斜矢状位测量主动脉窦部宽度、窦底(瓣环)与冠状动脉开口垂直高度、窦管交界部直径;③此外,还应在矢状位测量左心室流出道直径,在瓣口水平测量瓣口面积、瓣叶数量、钙化程度等。选择舒张期图像,利用 MIP 图像观察主动脉瓣叶数量、钙化程度,在下腔静脉入口平面的轴位上测量左心室横径、长径^[11]。

1.2.2 确定 DSA 投射角 首先同测量主动脉瓣环一样,先确定主动脉瓣环平面,然后向头侧移动(并不改变图像的方向)找到显示主动脉瓣接合处的主动脉窦平面,在此基础上利用 MIP 技术获得与之相垂直的平面,再调整此平面的角度使之与经过左冠状动脉瓣(left coronary cusp, LCC)及无冠状动脉瓣(non coronary cusp, NCC)交界处的平面相垂直,此时平面的旋转角度即可用作 DSA 检查时投射角度的参考^[8]。

1.2.3 全主动脉及入路血管的相关指标测量 通过收缩期斜冠状位图像测量升主动脉直径,并利用三维重建技术观察主动脉弓、降主动脉、腹主动脉、髂总动脉、髂内动脉和股动脉粥样硬化情况及走行、角度,测量重要血管的管径,在 VR 图像中标明最小管径的位置^[11]。

2 MSCT 对 TAVI 术前的指导价值

TAVI 术前行 MSCT 检查可对心脏、冠状动脉、主动脉及外周大血管进行解剖形态细节上的评估,结合 TAVI 适应证及禁忌证初步筛选患者。其临床指导意义主要体现在以下几方面。

2.1 瓣膜的选择 目前 TAVI 常用的瓣膜主要有两种,一种是第 3 代球囊扩张式 Edwards SAPIEN XT 牛心包瓣^[12],有 20 mm、23 mm、26 mm、29 mm 共 4 种型号;另一种是第 3 代自膨式 Core-Valve 猪心包瓣,有 26 mm、29 mm、31 mm 共 3 种型号。选择合适型号的瓣膜至关重要,主要通过测量主动脉瓣环的测量来确定。球囊扩张式支架瓣膜适用于主动脉瓣环内径 18~25 mm 者,自膨式支架瓣膜适用于主动脉瓣环内径 20~27 mm 者,植入瓣膜的型号均要求超出瓣环 2~5 mm,以防瓣周漏。瓣环形态呈椭圆形,超声检查易低估瓣环尺寸,利用 MSCT 三维重建技术可以更准确地评价瓣环的空间结构及形态^[13]。

2.2 手术入路的选择 TAVI 瓣膜植入的方法主要包括前向技术(经房间隔穿刺)、逆向技术(经股髂动脉、经锁骨下动脉和经腋动脉)和非体外循环直接径路植入术(经心尖)。入路选择与植入瓣膜的类型相关。应用 Edwards SAPIEN XT 牛心包瓣以 3 种植入技术行 TAVI 均有报道,但多以逆向植入为主;应用 Core-Valve 猪心包瓣时仅可以逆向技术植入,且窦管结合部主动脉直径 > 45 mm 是其禁忌证^[8]。逆向技术时动脉的选择主要依赖于血管内径大小、钙化范围及扭曲程度,MSCT 可通过对双侧髂血管全程及股动脉、主动脉成像来评估上述指标^[14],同时还能显示其他高风险特征,如动脉夹层、心室血栓及复杂粥样斑块。若手术入路血管狭窄段管径小于 6 mm^[8],或伴有严重钙化、胸主动脉显著成角时通常推荐经心尖途径^[15]。

2.3 评估手术难度及预后 TAVI 术中瓣膜能否良好展开与主动脉瓣环形态及主动脉瓣钙化程度及范围直接相关,若为二叶瓣则主动脉瓣环更接近椭圆形,瓣膜可能展开不良,严重的钙化会增加手术难度,尤其当钙化位于瓣缘或闭合线上时会影响植入瓣膜的固定与展开,严重者可导致植入的瓣膜变形、移位、环断裂^[8]。

通过 MSCT 对瓣叶数目、瓣环形态及钙化位置、程度的判定,有助于预测并及时预防术后脑梗死、血管破裂出血、严重瓣膜反流等并发症^[14-16]。此外,MSCT 还可精确测量主动脉瓣环与冠状动脉开口的距离,一般要求此距离大于 11 mm,这样可减少术中阻塞冠状动脉口的风险^[17]。

2.4 评估主动脉根部与体轴的关系、确定 DSA 投射角 在实施 TAVI 时应保证支架与主动脉根部中心线同轴且与自体瓣膜平面垂直方向植入,以避免方向不合适所导致的支架栓塞^[18]。临床大多在与主动脉瓣环平面相垂直且右冠状动脉瓣位于中心的视野下进行操作,因此推荐术前使用 MSCT 预测 DSA 所需的投射角度,这样不但可以减少 TAVI 术中主动脉摄影次数,缩短手术时间,减少放射剂量及对比剂用量,同时通过优化植入瓣膜支架的方向增加了同轴植入的可能性,尤其对存在解剖变异或异常的患者(如脊柱侧弯畸形、主动脉走行异常等)更为有益。

2.5 评估心脏及大血管外的相关疾病 术前 MSCT 检查如发现伴有严重的冠状动脉狭窄,可于 TAVI 术中同时进行冠状动脉内支架植入术。此外,MSCT 检查还可发现胸壁畸形、肺内及腹部肿瘤等,为术前整体评估患者提供依据^[8]。

3 MSCT 在 TAVI 术后的应用

在人工瓣膜植入术后,需要对植入的瓣膜进行再评估、对患者的预后进行定期复查。术后即刻行 MSCT 检查有利于发现是否有支架断裂、回缩及移位、瓣叶是否增厚、粘连^[11-19]。联合应用 MPR、VR、MIP 等多种重建方式可获得最佳显示效果。

MSCT 评估的主要内容:①支架膨胀的形态、位置及损坏情况,判断是否存在瓣膜旁反流;②观察瓣叶的增厚、钙化及粘连情况;③主动脉窦内有无血栓形成;④是否存在脑血管栓塞;⑤定期复查手术路径中的血管损伤情况。

植入瓣膜支架的形态是确定其疗效的重中之重。通常在与主动脉根部垂直的双斜位可以良好地显示植入支架的形态,可通过测量双斜位上两个互相垂直的最大外径和最小外径的差值来评价支架的膨胀情况,差值越小则支架的断面越接近正圆形,提示支架膨胀情况良好。如果支架与自体瓣环贴壁不良,则提示可能存在瓣周反流。

确定瓣膜支架的位置也至关重要,可以通过斜冠状位或长轴位来测量^[11]。通常 Core-Valve 瓣膜支架下缘应在主动脉瓣环下方 2~6 mm,Edwards SAPI-

EN XT 瓣膜支架下缘应与主动脉瓣环保持同一水平,其上缘均不能超过左冠状动脉开口^[20],可根据实测值来判断支架是否移位。一旦移位,瓣膜位置下移或上移均可导致并发症,位置下移可影响二尖瓣功能或因瓣膜装置展开不良而造成大量瓣周漏,位置上移有阻塞冠状动脉开口的危险,可引起心力衰竭、心肌梗死^[21]。

4 小结

TAVI 技术为主动脉瓣疾病的治疗带来了变革,为传统的 SAVR 提供了替代疗法。MSCT 作为一种能提供心脏、大血管及主动脉瓣精细解剖信息的影像学技术,无论在 TAVI 术前评估还是术后随访中都发挥了不可替代的作用^[22-24]。对 CT 进行解读的影像科医可为 TAVI 提供全方位的解剖和功能信息,通过多学科合作,降低患者被错误评估的风险,不断提高 TAVI 的成功率和适应范围。

[参考文献]

- [1] Leon MB, Smith CR, Mack M, et al. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med*, 2010,363(17):1597-1607.
- [2] Lababidi Z, Wu JR, Walls JT, et al. Percutaneous balloon aortic valvuloplasty: Results in 23 patients. *Am J Cardiol*, 1984, 53(1):194-197.
- [3] Andersen HR, Knudsen LL, Hasenkam JM, et al. Transluminal implantation of artificial heart valves. Description of a new expandable aortic valve and initial results with implantation by catheter technique in closed chest pigs. *Eur Heart J*, 1992, 13(5): 704-708.
- [4] Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, et al. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: First human case description. *Circulation*, 2002, 106(24):3006-3008.
- [5] Sinning JM, Werner N, Nickenig G, et al. Next-generation transcatheter heart valves: Current trials in Europe and the USA. *Methodist Debakey Cardiovasc J*, 2012, 8(2):9-12.
- [6] Forbes TL. The PARTNER trial. *J Vasc Surg*, 2010, 53(1): 239-240.
- [7] Piazza N, Lange R, Martucci G, et al. Patient selection for transcatheter aortic valve implantation: Patient risk profile and anatomical selection criteria. *Arch Cardiovasc Dis*, 2012, 105(3): 165-173.
- [8] Achenbach S, Delgado V, Hausleiter J, et al. SCCT expert consensus document on computed tomography imaging before transcatheter aortic valve implantation (TAVI)/transcatheter aortic valve replacement (TAVR). *J Cardiovasc Comput Tomogr*,

- 2012, 6(6):366-380.
- [9] Schoenhagen P, Hausleiter J, Achenbach S, et al. Computed tomography in the evaluation for transcatheter aortic valve implantation (TAVI). *Cardiovasc Diagn Ther*, 2011, 1(1):44-56.
- [10] Lehmkuhl L, Foldyna B, Haensig M, et al. Role of preprocedural computed tomography in transcatheter aortic valve implantation. *Rofo*, 2013, 185(10):941-949.
- [11] Leipsic J, Gurvitch R, Labounty TM, et al. Multidetector computed tomography in transcatheter aortic valve implantation. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2011, 4(4):416-429.
- [12] Reynolds MR, Magnuson EA, Wang K, et al. Health-related quality of life after transcatheter or surgical aortic valve replacement in high-risk patients with severe aortic stenosis: Results from the PARTNER (Placement of AoRTic TraNscathetER Valve) Trial (Cohort A). *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60(6):548-558.
- [13] Apfaltrer P, Henzler T, Blanke P, et al. Computed tomography for planning transcatheter aortic valve replacement. *J Thorac Imaging*, 2013, 28(4):231-239.
- [14] Schoenhagen P, Kapadia SR, Halliburton SS, et al. Computed tomography evaluation for transcatheter aortic valve implantation (TAVI): Imaging of the aortic root and iliac arteries. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2011, 5(5):293-300.
- [15] Willson AB, Webb JG, Labounty TM, et al. 3-dimensional aortic annular assessment by multidetector computed tomography predicts moderate or severe paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve replacement: A multicenter retrospective analysis. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 59(14):1287-1294.
- [16] Feuchtner G, Plank F, Bartel T, et al. Prediction of paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve implantation by computed tomography: Value of aortic valve and annular calcification. *Ann Thorac Surg*, 2013, 96(5):1574-1580.
- [17] Masson JB, Kovac J, Schuler G, et al. Transcatheter aortic valve implantation: Review of the nature, management, and avoidance of procedural complications. *JACC Cardiovasc Interv*, 2009, 2(9):811-820.
- [18] Bleiziffer S, Ruge H, Horer J, et al. Predictors for new-onset complete heart block after transcatheter aortic valve implantation. *JACC Cardiovasc Interv*, 2010, 3(5):524-530.
- [19] Delgado V, Ng AC, van de Veire NR, et al. Transcatheter aortic valve implantation: Role of multi-detector row computed tomography to evaluate prosthesis positioning and deployment in relation to valve function. *Eur Heart J*, 2010, 31(9):1114-1123.
- [20] Hildick-Smith D, Redwood S, Mullen M, et al. Complications of transcatheter aortic valve implantation: Avoidance and management. *EuroIntervention*, 2011, 7(5):621-628.
- [21] Seipelt RG, Hanekop GG, Schoendube FA, et al. Heart team approach for transcatheter aortic valve implantation procedures complicated by coronary artery occlusion. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2012, 14(4):431-433.
- [22] Nguyen G, Leipsic J. Cardiac computed tomography and computed tomography angiography in the evaluation of patients prior to transcatheter aortic valve implantation. *Curr Opin Cardiol*, 2013, 28(5):497-504.
- [23] 于德新, 马祥兴, 王茜, 等. 双源 CT 显示老年退行性主动脉瓣病变与左心结构相关性研究. *中国医学影像技术*, 2008, 24(9):1326-1329.
- [24] Bolen MA, Popovic ZB, Dahiya A, et al. Prospective ECG-triggered, axial 4-D imaging of the aortic root, valvular, and left ventricular structures: A lower radiation dose option for preprocedural TAVR imaging. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2012, 6(6):393-398.

《医学影像技术职称考试模拟试题及解析》出版发行

由王骏、王宗成、徐中华、黄福气主编的《医学影像技术职称考试模拟试题及解析》出版发行。该书严格按照我国从事医学影像技术学同仁职称考试内容,创造性地编写了各级别试题近 3000 道,涵盖基础知识、相关专业知识、专业知识、专业实践能力四门考试内容;题型有:最佳选择题、多选题、配伍题、共干题,在为试题给出答案的同时,加入了大量的解析;是 10 余所医学高等院校的 40 余位从事医学影像技术临床、教学、科研、管理的一线专家、学者的合力之作,为我国同类考试用书中最大的试题库,同时,也是在校学生考试、入院前准入制考试、三基考试、上岗考试等必备的考试类用书。

购书者请将 68 元(含包装费、寄费、挂号费)寄至:南京三牌楼新门口 4 号 7 幢 402 室王骏,邮编:210003,敬请在留言栏中注明书名及手机号。