

## ·心脏介入 Cardiac intervention·

## 64 层螺旋 CT 对主动脉根部形态结构的评价

陈 华, 黄新苗, 赵仙先, 曹 江, 秦永文

**【摘要】 目的** 研究主动脉根部及临近组织结构 64 层螺旋 CT(MSCT)成像技术、影像解剖及其临床意义。**方法** 60 例无明显主动脉、主动脉瓣膜疾病患者行 MSCT 检查,采用多平面重建(MPR)、容积再现(VR)及仿真内镜(VE)等方法重建并测量相关数据。**结果** 测得主动脉根部直径( $22.79 \pm 3.31$ ) mm,主动脉窦间距( $33.43 \pm 3.34$ ) mm,冠脉开口处直径( $30.06 \pm 2.70$ ) mm,升主动脉内径( $30.39 \pm 3.42$ ) mm,窦底平面至窦顶平面距离( $19.18 \pm 2.21$ ) mm。左右冠状动脉开口距主动脉根部距离分别为( $15.71 \pm 3.53$ ) mm、( $15.96 \pm 3.78$ ) mm。**结论** 应用 MSCT 增强扫描可清楚显示主动脉开口大小、冠脉开口位置、有无发育畸形及与周边结构关系,为带瓣膜支架的设计与经皮主动脉瓣膜植入手术顺利施行提供影像学依据。

**【关键词】** 64 层螺旋 CT; 主动脉根部; 经导管; 主动脉瓣膜; 植入

中图分类号:R543.1 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2011)-03-0181-04

**Evaluation of morphologic characteristics of the aortic root with 64-slice spiral computed tomography** CHEN Hua, HUANG Xin-miao, ZHAO Xian-xian, CAO Jiang, QIN Yong-wen. Department of Cardiology, the Affiliated Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

Corresponding author: ZHAO Xian-xian, E-mail: xianxianz@sohu.com

**【Abstract】 Objective** To explore the imaging technique for demonstrating the aortic root and its neighbouring structures with 64-slice spiral computed tomography, and to discuss the morphologic characteristics of the aortic root as well as their clinical significance. **Methods** Multislice spiral CT scanning was performed in sixty adult patients who had no obvious ascending aorta diseases or aortic valve abnormalities. Multi-plane reconstruction (MPR), volume rendering (VR) and virtual endoscopy (VE) were employed to demonstrate the anatomy of the aortic root, while the relevant data concerning the aorta and coronary sinus were also determined. The results were analyzed. **Results** The mean aortic diameter at aortic root was ( $22.79 \pm 3.31$ ) mm, the mean distance between coronary sinuses was ( $33.43 \pm 3.34$ ) mm, and the mean coronary diameter at its orifice was ( $30.06 \pm 2.70$ ) mm. The measurements also included the inner diameter of middle ascending aorta ( $30.39 \pm 3.42$ ) mm, the distance between the bottom plane and top plane of the coronary sinus ( $19.18 \pm 2.21$ ) mm, the distance between left coronary orifice and aortic root ( $15.71 \pm 3.53$ ) mm and the distance between right coronary orifice and aortic root ( $15.96 \pm 3.78$ ) mm. **Conclusion** Enhanced multislice spiral CT scanning together with 3D reconstruction imaging can clearly demonstrate the size of the aorta, the location of coronary orifice, the vascular malformations and the anatomy of adjacent structures in detail, which effectively provide the interventional physician with reliable imaging information very helpful for the designing of covered stent as well as for the managing of percutaneous implantation of artificial aortic valve. (J Intervent Radiol, 2011, 20: 181-184)

**【Key words】** 64-slice spiral computed tomography; aortic root; transcatheter therapy; aortic valve; implantation

主动脉瓣膜病变有较高的发病率及病死率,每年全球约有 200 000 例患者接受外科瓣膜置换术。但依然有不少严重主动脉瓣钙化、狭窄患者由于严重心功能不全或伴其他非心脏疾病,不适宜行传统的外科瓣膜置换术。20 世纪 90 年代,经导管主动脉瓣植入术(transcatheter aortic valve implantation, TAVI)开始用于此类患者主动脉瓣病变的治疗<sup>[1]</sup>,疗

效显著。但目前 TAVI 仍属于一项操作较复杂的介入治疗技术,在术前准备、术中操作及术后随访中,对于影像学精确度、清晰度的要求越来越高。CT 三维成像技术具有无创、便捷和准确的特点,越来越多的应用于临床<sup>[2]</sup>。本研究旨在通过 64 层螺旋 CT (MSCT),对正常成年中国人升主动脉进行三维重建,测量分析主动脉瓣膜与冠状动脉开口的关系、主动脉瓣环直径大小、瓣膜支架植入的合适部位、瓣膜支架植入后对周围组织的可能影响等,为术中瓣膜支架的选择等提供客观依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 临床资料

研究选取 60 例成年患者,男 38 例,女 22 例,年龄 35 ~ 76 岁,平均年龄 59 岁。所有患者均无主动脉瓣疾病、严重动脉粥样硬化、夹层动脉瘤、先天性主动脉疾病。无主动脉、主动脉瓣膜外科手术史,主动脉、主动脉瓣无植入物。

### 1.2 方法

**1.2.1 影像学检查及三维重建** 所有研究对象行 MSCT 检查,扫描前 12 h 内禁食含咖啡因类食物,扫描前 4 h 禁食,以免引起心率加快;接受检查对象提前 30 min 到检查室静坐以稳定心率。采用 Siemens SOMATOM Sensation MS CT 进行扫描,先行胸部屏气定位像,然后行增强扫描。于肘前静脉以 4 ~ 5 ml/s 速度注入 370 mg/ml 碘普罗胺(优维显)共 80 ~ 100 ml 以及生理盐水 30 ml。全心脏设定感兴趣区(region of interest, ROI),程序自动监测相应 ROI 内的平均 CT 值,达到 200 HU 时,触发增强扫描,扫描范围自心底部至心脏膈面。扫描参数:120 kV, 850 mAs, 准直器宽度 0.6 mm, 旋转时间 330 ms, 螺距 0.3, 重建层厚 0.75 mm, 间隔 0.5 mm。扫描屏气时间 12 ~ 15 s。所有病例的原始扫描图像均在独立工作站(Advantage Workstation 4.2)上由 2 名专业人员分别进行后处理、测量和分析,数据取平均值,重建方法为多平面重建(multiple planar reconstruction, MPR)、容积再现(volume rendering, VR)、仿真内镜(virtual endoscopy, VE)。

**1.2.2 数据分析和主动脉测量** 所有研究对象图像经工作站重建后观察主动脉、主动脉窦、流出道形态毗邻关系,左、右冠状动脉开口位置、冠状动脉走行,了解是否存在畸形、钙化等情况,并逐一测量主动脉根部直径,主动脉窦间距,冠脉开口处直径,升主动脉内径,窦底平面至窦顶平面距离,两冠脉开口前后周径,左、右冠状动脉开口到主动脉根部的距离,左右心房容积等(图 1)。

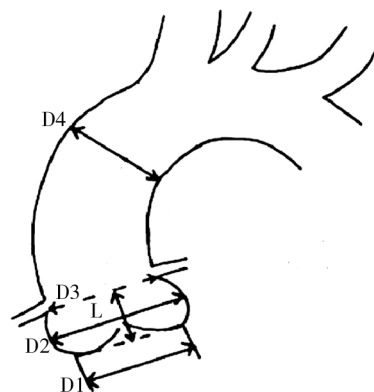
### 1.3 统计分析

测量数据用 SPSS 13.0 统计软件包进行分析,测量值以均数  $\pm$  标准差表示;以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 主动脉、主动脉瓣相关数据的测量结果

60 例患者,测量得到主动脉根部直径 D1 (22.79



D1 主动脉根部直径, D2 主动脉窦间距, D3 冠脉开口处主动脉直径, D4 升主动脉内径

图 1 测量示意图

$\pm 3.31$ ) mm, 主动脉窦间距 D2 (33.43  $\pm$  3.34) mm, 冠脉开口处直径 D3 (30.06  $\pm$  2.70) mm, 升主动脉内径 D4 (30.39  $\pm$  3.42) (图 2), 窦底平面至窦顶平面距离 L (19.18  $\pm$  2.21) mm, 两冠脉开口前周径 (34.58  $\pm$  5.78) mm、后周径 (64.42  $\pm$  9.48) mm, 结果见表 1, 各年龄段直径数据变化见(图 3)。男女性别不同的测量结果以及对于这些数值的统计学处理见(表 2), 从数值上看, 男性的各项指标大于女性, 但均无显著性差异( $P > 0.05$ ), 考虑受到年龄、身高等因素影响。

### 2.2 左、右冠状动脉开口到主动脉根部的距离

左右冠状动脉是主动脉瓣上的重要解剖结构, 左冠状动脉开口距离主动脉根部距离 (15.71  $\pm$  3.53) mm, 变异系数 22.5%。右冠状动脉开口位于前方, 距主动脉根部距离 (15.96  $\pm$  3.78) mm, 变异系数 23.7%。

## 3 讨论

经导管微创介入手段将主动脉与主动脉瓣膜病变的治疗带进了一个全新的领域, 包括经导管瓣膜成形术及瓣膜植入术。经导管瓣膜成形术由于手术并发症高、再狭窄率高、远期效果不佳等原因, 仅作为危重患者的过渡治疗。传统的主动脉瓣置换术

表 1 MSCT 三维重建后测量数据 (单位: mm)

测量项目	均数	标准差	最小值	最大值	CV(%)
D1	22.79	3.31	15.94	29.83	14.5
D2	33.43	3.34	24.88	39.70	10.0
D3	30.06	2.70	25.37	36.72	9.0
D4	30.39	3.42	24.58	38.04	11.3
L	19.18	2.21	14.54	24.58	11.5
两冠脉开口前周径	34.58	5.78	29	48	16.7
两冠脉开口后周径	64.42	9.48	54	86	14.7

(主动脉根部直径 D1, 主动脉窦间距 D2, 冠脉开口处直径 D3, 升主动脉内径 D4, 窦底平面至窦顶平面距离 L)

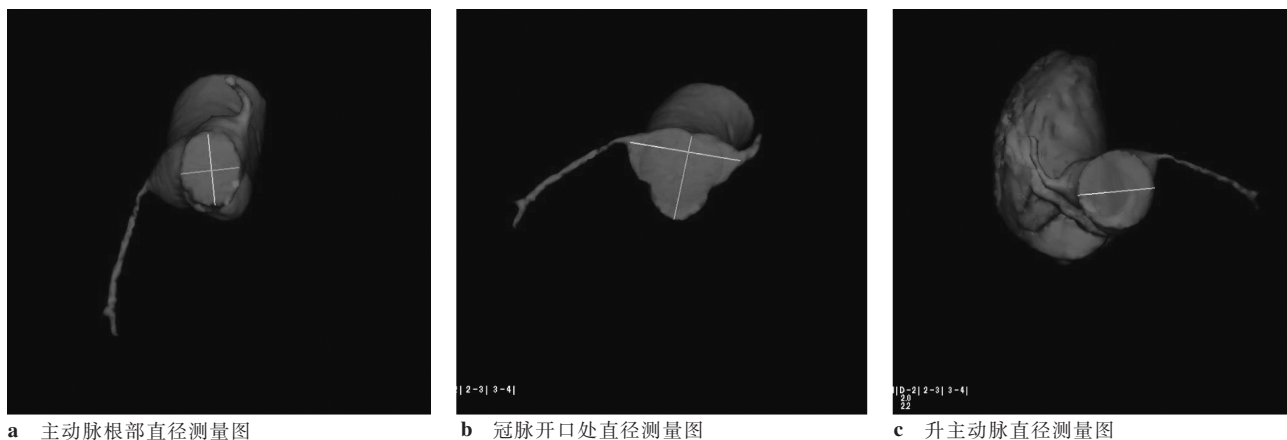


图 2 主动脉各径测量

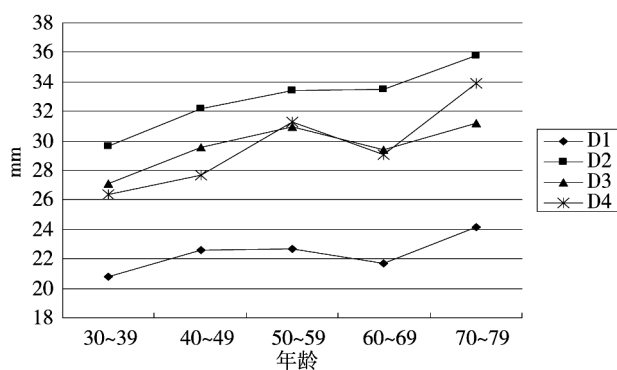


图 3 主动脉平均直径与年龄的关系图

表 2 男、女性别各项指标测量结果

(均数 ± 标准差 单位:mm)

测量项目	男	女	t值	P值
D1	23.30 ± 3.71	21.52 ± 2.39	1.483	0.149
D2	34.29 ± 3.51	31.82 ± 2.74	2.077	0.046
D3	30.60 ± 2.61	28.95 ± 2.78	1.670	0.106
D4	30.40 ± 3.74	30.60 ± 3.17	-0.155	0.878
L	19.64 ± 2.42	18.13 ± 1.55	1.935	0.062
两冠脉开口前周径	35.47 ± 5.35	32.08 ± 5.07	1.735	0.090
两冠脉开口后周径	64.47 ± 10.0	64.83 ± 9.80	-0.98	0.922

有良好的长期预后,仍是唯一有效的治疗手段<sup>[3]</sup>。但即使在发达国家仍有许多严重主动脉瓣膜病患者因为高龄或伴有其他心脏、非心脏疾病而无法接受传统主动脉瓣膜置换术,亦有部分患者因担心手术并发症而不愿接受手术治疗<sup>[4]</sup>。据报道,在欧洲有不少病变严重患者未能行手术治疗,因此经导管瓣膜植入术一直是研究的热点,近年来国外新型瓣膜支架以及推送系统的研制方兴未艾,部分产品已经进入临床试用和评估阶段<sup>[5-6]</sup>,并取得了良好的疗效<sup>[7]</sup>。而国内尚处于动物实验阶段<sup>[8-9]</sup>,因此术前进行详尽的 MSCT 扫描及三维重建,对于掌握患者主动脉的详细数据图像、拟订详尽手术方案、选择合适的植入物等都有不小帮助。

临床观察、解剖学研究及国外主动脉 MSCT 测量结果表明,主动脉根部、主动脉瓣膜存在较大个体差异<sup>[10]</sup>。我们的结果表明,随着年龄增长,主动脉根部不同部位平均直径有增大的趋势。主动脉根部直径的变异系数 14.5%;左、右冠状动脉开口到主动脉根部距离的变异系数更高达 22.5%、23.7%,由于冠状动脉开口普遍存在明显解剖学变异<sup>[11]</sup>,因此在术前选择植入的瓣膜支架型号或研发设计支架时需要充分考虑这些变异的存在,瓣膜支架要尽可能的不影响左、右冠状动脉的开口,人工瓣膜游离缘到窦底的距离亦要小于冠状动脉开口到窦底的距离,以便在心室收缩期瓣膜贴到主动脉壁上时,不影响冠状动脉开口。

术前详细了解主动脉及主动脉瓣膜的形态、参数对于瓣膜支架的准确选择、植入,手术方案的确定都非常有益。在植入手术过程中,许多变量需要考虑,包括主动脉根部直径、冠脉开口位置、冠脉开口至主动脉根部距离、瓣膜钙化的程度及分布、合适的植入部位、瓣膜支架植入后对周围组织的可能影响等。如果植入的瓣膜支架太大,不仅支架无法完全展开,亦会对主动脉根部造成损伤,引起房室传导阻滞<sup>[12]</sup>;相反,如果植入的瓣膜支架太小,会造成血栓的形成以及严重的返流。因此,对患者行 MSCT 并三维重建(图 4),可于术前就对介入内部结构预先判读,了解主动脉瓣环及其周边组织结构的详细数据及毗邻关系,便于选择合适的瓣膜支架,初步制订手术线路,避免不必要操作,提高手术的安全性,减少意外及并发症。

依据合适的检查方法测量所得数据对于经导管主动脉瓣膜植入术十分关键。目前心脏超声仍是检测心脏最常用的技术,但图像的获取与判读的数据受操作者水平的影响较大且分辨力较差<sup>[13]</sup>;经胸



估算主动脉瓣环及其周边组织结构和毗邻关系

图 4 三维重建后图像

超声,缺乏直观性和整体性,不能为手术医师提供制订手术方案所需的全貌,图像质量常常受肥胖、肺气肿和肋间狭小等影响;经食管超声虽然克服了经胸超声的许多局限性,但检查窗口小,测量角度受一定限制,近端主动脉弓存在盲区,且接受检查患者有较大痛苦以及食管黏膜损伤的可能。随着多层螺旋 CT 技术的发展,MSCT 在显示心脏结构方面表现出越来越大的优势。MSCT 的空间分辨率和组织对比度高于超声,对边界的识别和描绘更为准确,人为影响因素较小,利用 MSCT 的三维成像 MPR、VR 等技术可以清晰的构建主动脉三维形态,准确测量各数据。其另一优点就是可以内镜形式清晰的描述内部结构,而构建的内部结构是介入手术的实际操作环境,内部结构预先判读有助于制订手术线路,缩短手术时间,减少术后并发症。

本研究结果显示,MSCT 作为一种安全、迅速、无创的检查方法,可以清楚显示主动脉、主动脉窦、冠脉开口及冠状动脉的三维结构和关系,为经导管主动脉瓣膜植入术前详细了解病变情况,制订手术预案,术中合适植入物的选择、减少并发症、减少造影剂的使用量及 X 线曝光剂量,术后复查、随访等提供影像参考依据。研究的不足之处在于样本量不够大,同时亦尚未对主动脉瓣狭窄或返流的患者进行测量研究,相信随着研究的深入,将会有更多有意义的发现。

#### [参考文献]

[1] Andersen HR, Krnzdtsen L L, Hasenkam J M. Transluminal in-

plantation of artificial heart valves: Description of a new expandable aortic valve and initial results with implantation by catheter technique in closed chest pigs[J]. Eur Heart J, 1992, 13: 704 - 708.

- [2] Schoenhagen P, Tuzcu EM, Kapadia SR, et al. Three-dimensional imaging of the aortic valve and aortic root with computed tomography: new standards in an era of transcatheter valve repair/implantation[J]. Eur Heart J, 2009, 30: 2079 - 2086.
- [3] Leon MB, Kodali S, Williams M, et al. Transcatheter aortic valve replacement in patients with critical aortic stenosis: rationale, device descriptions, early clinical experiences, and perspectives[J]. Semin Thorac Cardiovasc Surg, 2006, 18: 165 - 174.
- [4] Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, et al. Burden of valvular heart disease: a population-based study[J]. Lancet, 2006, 368: 1005 - 1011.
- [5] Grube E, Laborde JC, Zickmann B, et al. First report on a human percutaneous transluminal implantation of a self-expanding valve prosthesis for interventional treatment of aortic valve stenosis[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2005, 66: 465 - 469.
- [6] Grube E, Schuler G, Buellesfeld L, et al. Percutaneous aortic valve replacement for severe aortic stenosis in high-risk patients using the second and current third-generation self-expanding Core Valve prosthesis: device success and 30-day clinical outcome[J]. J AM Coll Cardiol, 2007, 50: 69 - 76.
- [7] Leon MB, Smith CR, Mack M, et al. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery[J]. N Engl Med, 2010, 363: 1597 - 1607.
- [8] 顾明标, 宗刚军, 白元, 等. 经导管主动脉瓣置换的实验方法和影像分析研究[J]. 介入放射学杂志, 2009, 18(3): 217 - 219.
- [9] 陈翔, 白元, 等. 新型带瓣膜肺动脉瓣支架的研制及体外经导管植入实验[J]. 国际心血管病杂志, 2010, 37: 180 - 182.
- [10] Lu TL, Huber CH, Rizzo E, et al. Ascending aorta measurements as assessed by ECG-gated multi-detector computed tomography: a pilot study to establish normative values for transcatheter therapies[J]. Eur Radiol, 2009, 19: 664 - 669.
- [11] Von Ludinghausen M. The clinical anatomy of coronary arteries[J]. Adv Anat Embryol Cell Biol, 2003, 167: 1 - 111.
- [12] Chin D. Echocardiography for transcatheter aortic valve implantation[J]. Eur J Echocardiogr, 2009, 10: i21 - i29.
- [13] Van Dantzig JM. Echocardiography in the emergency department[J]. Semin Cardiothorac Vasc Anesth, 2006, 10: 79 - 81.

(收稿日期: 2010-11-23)