

· 临床论著 ·

重度主动脉瓣狭窄患者主动脉根部解剖结构的三维超声研究

孔令秋 唐红 魏薪 任奔 康彧 陈茂 冯沅 张尔永

【摘要】 目的 探讨经食管实时三维超声心动图(RT 3D TEE)在重度主动脉瓣狭窄患者主动脉根部解剖结构定量分析中的应用价值。**方法** 65例因重度主动脉瓣狭窄行外科手术者,术中采集主动脉根部 RT 3D TEE 图像,运用瓣环定量软件重建主动脉瓣环,生成三维瓣环参数(A_{2D} 、 C_{2D}),并将其与外科测瓣器测值(IO-AAD-A、IO-AAD-C)进行相关性分析,推演三维主动脉瓣环径测量公式。**结果** 主动脉瓣环的三维形态与患者的瓣叶数目相关; A_{2D} 、 C_{2D} 、IO-AAD-A 和 IO-AAD-C 分别呈直线相关,基于 C_{2D} 、 A_{2D} 推算三维瓣环径,前者与 IO-AAD 一致性较好,故采用主动脉瓣环径(mm) = $(0.640 \times C_{2D} + 22.814) / \pi$ 作为基于三维瓣环参数的主动脉瓣环径计算公式。**结论** RT 3D TEE 及瓣环定量分析软件不仅能重建主动脉根部三维形态,还可用做定量分析工具,在重度主动脉瓣狭窄患者评估中有较广阔的应用前景。

【关键词】 超声心动描记术,三维; 主动脉瓣狭窄; 瓣环径

Study of the aortic root structure in the patients with severe aortic stenosis by three dimensional echocardiography KONG Ling-qiu, TANG Hong, WEI Xin, REN Ben, KANG Yu, CHEN Mao, FENG Yuan, ZHANG Er-yong. Department of Cardiology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China
Corresponding author: TANG Hong, Email: hxyyth@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the application of three-dimensional transesophageal echocardiography (RT 3D TEE) in quantify the aortic root structure in patients with severe aortic stenosis. **Methods** RT 3D TEE image of aortic root was get perioperatively in 65 patients with sever aortic valve stenosis during the surgery procedure. The aortic annulus was reconstructed in the quantitative analysis software to generate the parameters of A_{2D} and C_{2D} . The parameters was compared with the standard cylindrical valve sizer in order to perform the calculation formula of aortic annulus diameter. **Results** The three dimensional form of the aortic annulus was related to the number of the valves. There was a good linear correlation between A_{2D} , C_{2D} , IO-AAD-A and IO-AAD-C. The aortic annulus diameters based on C_{2D} had a better agreements than that based on A_{2D} . So we applied aortic annulus diameter = $(0.640 \times C_{2D} + 22.814) / \pi$ as the annulus diameter formula based on three dimensional parameters. **Conclusion** With a broad application prospect in the evaluation of severe aortic stenosis, not only can RT 3D TEE and the quantitative analysis software accurately reconstruct the three dimensional structure of aortic root, but also it could be used as quantitative tools to calculate the aortic annulus dimension.

【Key words】 Echocardiography, three dimensional; Aortic valve stenosis; Aortic annulus diameter

有临床症状的重度主动脉瓣狭窄患者预后极差,既往外科主动脉瓣置换术是其治疗的金标准,但超过30%的患者却因心功能差、慢性阻塞性肺疾病等失去手术机会。2002年开始应用于临床的经导管主动脉瓣植入术(transcatheter aortic valve implantation, TAVI)成为了这类患者的良好选择。但此项技术对于主动脉根

部解剖结构有极高的要求,要达到成功施行 TAVI 同时使并发症最少,需要术前准确地评估主动脉根部解剖^[1-2]。我们于2009年开始运用经食管实时三维超声心动图(real time three dimensional transesophageal echocardiography, RT 3D TEE)对重度主动脉瓣狭窄患者的主动脉根部解剖结构进行了形态学研究和定量分析,现报道如下。

资料与方法

一、一般资料

纳入标准:2009年9月至2012年5月65例因主动脉瓣狭窄于华西医院行主动脉瓣置换术者。其中男

DOI:10.3877/ema.j.issn.1674-0785.2013.10.102

基金项目:四川省科技厅科技支撑计划项目(2012FZ0065)

作者单位:610041 成都,四川大学华西医院心内科(孔令秋、唐红、魏薪、陈茂、冯沅),心外科(张尔永);荷兰 Erasmus 医学中心(任奔);成都中医药大学附属医院超声科(康彧)

通讯作者:唐红,Email:hxyyth@qq.com

34例,女31例,年龄(54.4 ± 7.8)岁,心率(78.9 ± 4.6)次/min;获得性主动脉瓣病患者61例(93.8%),先天性二叶式主动脉瓣病变3例(4.6%),四叶式主动脉瓣病变1例(1.6%)。

排除标准:(1)中度以上单纯主动脉瓣关闭不全者;(2)持续性心房颤动,影响图像采集者;(3)主动脉根部三维全容积图像出现明显拼接错位患者。

二、仪器与方法

使用 Philips IE33 彩色多普勒超声诊断仪, X7-2t 经食管实时三维矩阵探头, 频率 2 ~ 7 MHz。RT 3D TEE 图像数据脱机分析采用 Philips QLAB 7.0 超声工作站。术中患者全麻后, 连接同步心电图。探头进入食道深度 35 cm 左右, 在左心室长轴观方位上得到主动脉根部的双平面二维图像, 调整其位置、增益, 使主动脉根部(自左心室流出道至升主动脉近端)清晰显像。启动“全容积(Full Volume)”模式, 在心电信号触发下, 连续采集 4 个心动周期 $15^\circ \times 60^\circ$ 的窄角 3D 图像, 叠加形成 $60^\circ \times 60^\circ$ 的宽角“金字塔”形三维数据库。

1. 主动脉瓣环三维立体形态的观察: 将 RT 3D TEE 全容积图像导入 Philips QLAB 7.0 超声工作站, 使用 MVQ 软件打开图像。首先设置描记平面为“12”, 共计 24 个参考点。通过三维动态图标和心电图确定收缩期(体表心电图 QRS 波顶点)。在矢状、冠状和水平 3 个交叉参考平面上对图像进行适当的调节, 添加瓣环参考点于冠状面、矢状面瓣叶附着点内膜侧, 逐帧对图像中的主动脉瓣附着点进行标定可实现主动脉瓣环三维重建, 并自动生成主动脉瓣环的 2 个参数(图 1): 瓣环平面面积(A_{2D})、瓣环平面周长(C_{2D})。

2. 主动脉瓣环三维参数与外科测瓣器的相关性分析: 患者开胸切开升主动脉后剪除主动脉瓣叶, 从小到大依次选择 17 ~ 33 单号标准圆柱形测瓣器(St. Jude MedicalR)测量主动脉瓣环径, 测瓣器刚好穿过组织瓣环即为瓣环径(IO-AAD), 如果大号不能通过而小号轻易通过则取中间的偶数值, 同时根据 IO-AAD 计算主动脉瓣环的面积和周长, 分别用 IO-AAD-A 和 IO-AAD-C 表示。

分析 A_{2D} 和 C_{2D} 与 IO-AAD-A 和 IO-AAD-C 的相关关系(直线回归方程), 通过上述回归方程, 推演基于三维瓣环参数的主动脉瓣环径计算公式: $3D-AAD-C_{2D}$ (mm) = IO-AAD-C/ π 及 $3D-AAD-A_{2D}$ (mm) = $2\sqrt{(IO-AAD-A)/\pi}$, 并比较其与 IO-AAD 的一致性。

所有患者图像数据测量及分析, 由同一名有经验的超声医师独立测量三次, 并取其平均值。

三、统计学分析

统计学分析采用 SPSS 13.0 软件, 所有数据均为计

量资料, 采用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。 A_{2D} 和 C_{2D} 与 IO-AAD-A 和 IO-AAD-C 参数间的相关性采用直线回归分析, 基于三维参数所推算的主动脉瓣环径 $3D-AAD-A_{2D}$ 和 $3D-AAD-C_{2D}$ 与 IO-AAD 的一致性分析采用 Bland-Altman 检验。

结 果

1. 主动脉瓣环的三维形态: 主动脉瓣环的三维形态与患者的瓣叶数目相关: 三叶式主动脉瓣呈三叉皇冠状; 二叶式主动脉瓣呈马鞍状, 四叶式主动脉瓣呈四叉皇冠状(图 2)。

2. 主动脉瓣环参数与术中测瓣器所测值的相关分析: A_{2D} 、 C_{2D} 、IO-AAD-A 和 IO-AAD-C 测值均符合正态分布, 故分别绘制散点图并进行直线回归分析(图 3, 4), 各自回归方程见表 1。

表 1 主动脉瓣环参数与术中测瓣器相关测值的直线回归分析结果

两变量	直线回归方程	r 值	r ² 值	P 值
IO-AAD-A 与 A_{2D}	$y = 0.580x + 148.220$ (mm ²)	0.812	0.659	<0.001
IO-AAD-C 与 C_{2D}	$y = 0.640x + 22.814$ (mm)	0.871	0.758	<0.001

通过上述回归方程, 推演基于三维瓣环参数的主动脉瓣环径计算公式: $3D-AAD-C_{2D}$ (mm) = IO-AAD-C/ π 及 $3D-AAD-A_{2D}$ (mm) = $2\sqrt{(IO-AAD-A)/\pi}$; 并分析三维主动脉瓣环径 ($3D-AAD-C_{2D}$ 、 $3D-AAD-A_{2D}$) 与 IO-AAD 的一致性(图 5), 结果显示其平均差异($\bar{x} \pm s$)分别为 (0.021 ± 1.302) mm、(0.024 ± 1.405) mm, 前者与 IO-AAD 一致性较好, 故采用主动脉瓣环径 (mm) = ($0.640 \times C_{2D} + 22.814$)/ π 作为基于三维瓣环参数的主动脉瓣环径计算公式。

讨 论

TAVI 为不耐受传统外科手术重度主动脉瓣狭窄患者提供了另一个可行的治疗选择。这一技术避免了全身麻醉、开胸操作、体外循环对患者的影响, 但却对术前超声心动图检查提出了更严格的要求, 其对主动脉瓣环的测量结果将直接影响人工瓣膜的选择^[3-4]。TAVI 的出现使超声心动图医师更加意识到对主动脉瓣环解剖结构准确认识的重要性。

现代解剖及组织学的研究证实, 主动脉瓣的三维形态好似一个三叉的皇冠^[5-7]。由于主动脉瓣叶及其附着点复杂的解剖特点, 目前为止, 除病理组织学研究外, 还无任何影像学研究能真实、准确地再现活体主动脉瓣环的立体结构, 并从任意方向及切面对其进行观

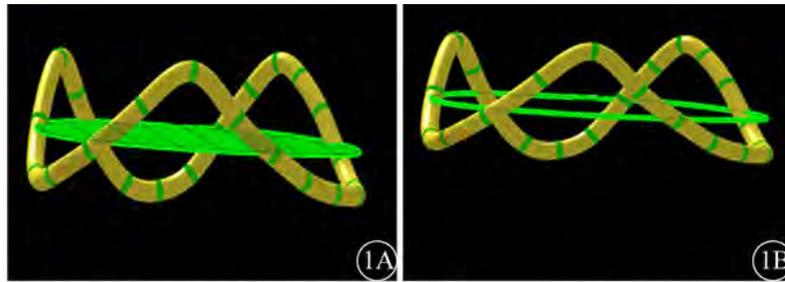


图1 MVQ软件可以重建皇冠状主动脉瓣环三维立体形态; 1A中草绿色平面为瓣环平面面积 (A_{2D}); 1B中草绿色圆环为瓣环平面周长 (C_{2D})

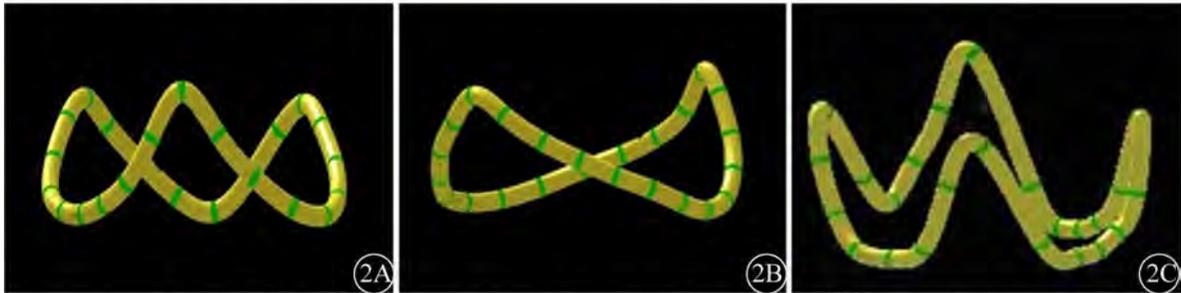


图2 主动脉瓣环三维立体形态: 2A为三叶式主动脉瓣环; 2B为二叶式主动脉瓣环; 2C为四叶式主动脉瓣环

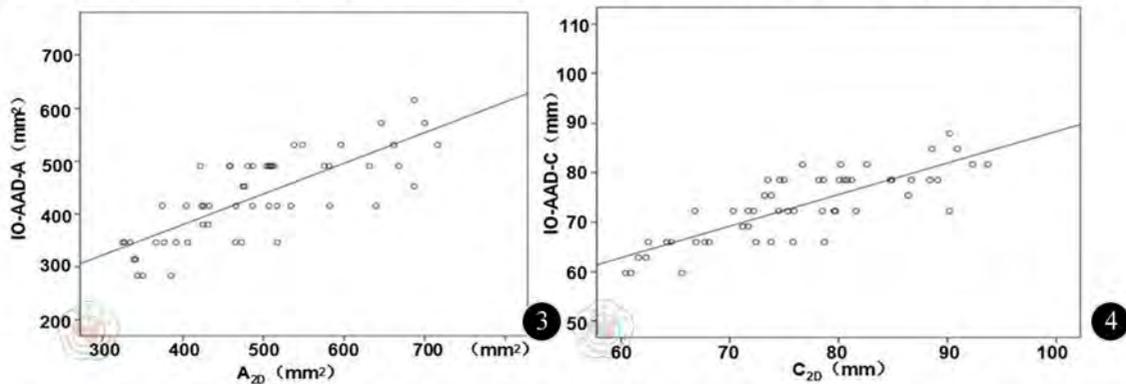


图3 A_{2D} 与IO-AAD-A测值散点图, 二者呈直线相关, $r=0.812$, $P<0.001$ 图4 C_{2D} 与IO-AAD-C测值散点图, 二者呈直线相关, $r=0.871$, $P<0.001$

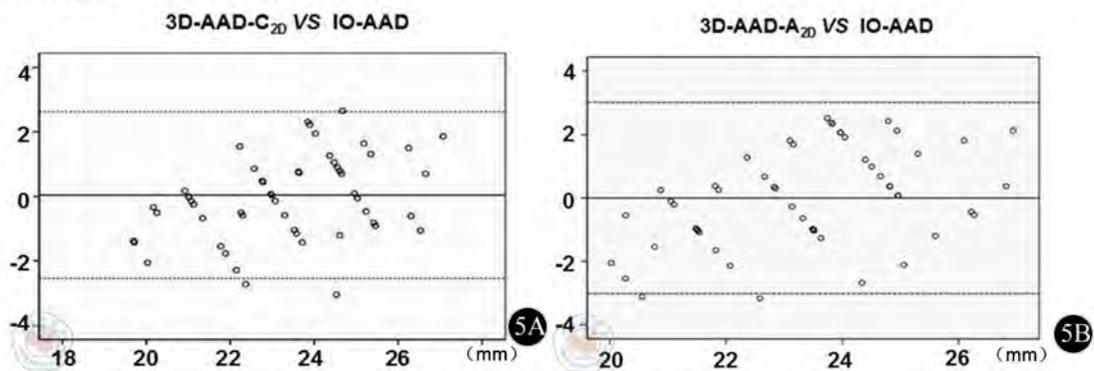


图5 三维超声预测的主动脉瓣环径3D-AAD- C_{2D} 、3D-AAD- A_{2D} 与IO-AAD的Bland-Altman分析: 纵坐标代表相应预测值与术中测瓣器测值的差异, 横坐标代表对应预测值与术中测瓣器测值的均值

察。本研究首次使用 RT 3D TEE 及其瓣环定量分析软件进行了主动脉瓣环的三维重建, 结果证实主动脉瓣环三维形态并非全部都是三叉皇冠状, 而是与患者主动脉瓣叶数目直接相关。该技术的主要优势在于不仅可呈现主动脉瓣环立体形态, 同时还能生成主动脉瓣

环参数以定量瓣环径大小。

Ng 等^[8]使用多排螺旋 CT(MDCT)为参照, 证实了 RT 3D TEE 在主动脉瓣叶附着最低点平面测量主动脉瓣环径比常规二维测值更为准确, 但 MDCT 并不能作为主动脉瓣环径测量的金标准, 我们以外科术中测瓣

器所测主动脉瓣环径作为金标准,验证了三维主动脉瓣环相关参数 A_{2D} 、 C_{2D} 与之相关性,并推演了基于三维影像的主动脉瓣环径测量公式。这一方法虽较常规二维超声准确性较高,但主动脉瓣环的三维重建及参数计算过程稍显复杂,难以在临床推广,故其应用受到限制。在未来研究中,我们将进一步分析常规二维超声与三维瓣环径测值间的相关性,以期简化操作流程,使之更易掌握。

除准确测量瓣环径以指导人工瓣膜型号选择外,TAVI 手术还应保证在人工瓣膜植入术中,不会对患者冠状动脉开口造成遮挡^[9]。因为此类患者多伴有瓣叶增厚、钙化,TAVI 术中使用球囊预扩导致瓣叶撕裂产生的类似“铲雪效应”,可导致冠状动脉开口梗阻^[10]。对拟行 TAVI 的患者常规评估瓣叶病变程度及冠状动脉开口,明确患者冠状动脉开口位置及其与主动脉瓣环间的距离,具有重要的临床意义。目前 MDCT 已经常规用于冠状动脉开口位置的评估,然而对于 RT 3D TEE 在冠状动脉开口位置观察和定量的研究,则鲜有报道。

RT 3D TEE 可在 TAVI 术中实时开展,便于检查者与术者积极沟通^[11]。相信随着 RT 3D TEE 及 TAVI 的开展,二者作为临床新技术,其结合必将更多地造福于病患。但作为方法学的初步探讨,本研究仍为单纯的超声学研究,未与多排螺旋 CT、心血管造影等进行对比分析。但随着 TAVI 在中国的逐步开展,今后相关的影像学资料也将更齐全,我们的研究亦将更为深入。

综上所述,RT 3D TEE 及瓣环定量分析软件不仅能重建主动脉瓣环三维形态,显示主动脉根部复杂的解剖结构,还可用做定量分析工具,在重度主动脉瓣狭

窄患者评估中有较广阔的应用前景。

参 考 文 献

- [1] 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: 3006-3008.
- [2] Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, et al. Burden of valvular heart diseases: a population-based study. *Lancet*, 2006, 368: 1005-1011.
- [3] Lung B, Baron G, Butchart EG, et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: The Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease. *Eur Heart J*, 2003, 24: 1231-1243.
- [4] 孔令秋,任奔,康彧,等. 二维及三维超声心动图对主动脉瓣环径测量的对比性研究. *四川大学学报:医学版*, 2013, 44: 84-88.
- [5] Zamorano JL, Badano LP, Bruce C, et al. EAE/ASE recommendations for the use of echocardiography in new transcatheter interventions for valvular heart disease. *Eur Heart J*, 2011, 32: 2189-2214.
- [6] 孔令秋,任奔,康彧,等. 经食管实时三维超声心动图对主动脉瓣狭窄患者冠状动脉开口位置的初步研究. *中华超声影像学杂志*, 2012, 21: 829-832.
- [7] Ren B, Tang H, Kang Y. Visualisation of the aortic annulus using the real-time three-dimensional transesophageal echocardiography. *Heart*, 2011, 97: 1136.
- [8] Ng AC, Delgado V, van der Kley F, et al. Comparison of aortic root dimensions and geometries before and after transcatheter aortic valve implantation by 2- and 3-dimensional transesophageal echocardiography and multislice computed tomography. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2010, 3: 94-102.
- [9] Pianna N, Jaeger P, Schultz C, et al. Anatomy of the Aortic Valvar Complex and Its Implications for Transcatheter Implantation of the Aortic Valve. *Cir Cardiovasc Interv*, 2008, 1: 74-81.
- [10] 孔令秋,唐红. 经食管实时三维超声心动图在结构性心脏病介入治疗中的应用[J/CD]. *中华临床医师杂志:电子版*, 2012, 6: 6403-6407.
- [11] 魏薪,唐红. 经导管主动脉瓣植入术前的综合影像学评估. *中华超声影像学杂志*, 2012, 4: 356-358.

(收稿日期:2013-02-18)

(本文编辑:张岚)