

经胸超声心动图与 CT 血管造影对主动脉弓缩窄患儿血管评估的对比研究

金珉 李京杭 黄琼 孔祥萦

【摘要】目的 探讨经胸超声心动图及 CT 血管造影对主动脉弓缩窄患儿血管直径评估的准确性和差异性,分析造成测量误差的原因,旨在提高对于主动脉弓缩窄术前影像学评估的准确率。**方法** 回顾性分析经胸超声心动图诊断为主动脉弓缩窄且行 CT 血管造影的 28 例患儿资料,将全部患儿的超声和 CT 测值进行对比分析,并总结分析造成其数值差异的原因。**结果** 28 例患儿其由经胸超声心动图及 CT 血管造影所获得的主动脉瓣环(AO)、升主动脉(AAO)、缩窄处(COA)的直径测值及相应的主动脉瓣环指数(AOI)、升主动脉指数(AAOI)、缩窄处指数(COAI)总体无明显差异,但部分患儿的单项测值两项检查的结果有明显差异。**结论** 经胸超声心动图及 CT 血管造影对于主动脉弓缩窄血管直径的评估总体相符合,但对于儿童有可能存在较大误差影响治疗,需结合临床综合分析。

【关键词】 超声心动图; 多层螺旋 CT; 先天性心脏病; 主动脉弓缩窄

[中图分类号]R445 [文献标识码]A DOI:10.3969/j.issn.1002-1256.2018.06.015

Comparison of echocardiography and CT angiography in evaluating the vascular of children with coarctation of the aorta JIN Min. Department of Children Thoracic and Cardiovascular Surgery, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu, 210000, China.

【Abstract】Objective To investigate the accuracy and variability of trans-thoracic echocardiography (TTE) and CT angiography (CTA) in the assessment of vascular diameter in children with coarctation of the aorta (COA) and to analyze the causes of measurement errors in order to improve the accuracy of preoperative imaging assessment of COA. **Methods** The data of 28 children who were diagnosed by TTE and CTA as COA were retrospectively analyzed. All the results of TTE and CTA in 28 cases were compared and analyzed, and the causes of the differences were analyzed. **Results** In 28 children, the diameter of aortic annulus (AO), ascending aorta (AAO) and coarctation of the aorta (COA), and the corresponding aortic annulus index (AOI), ascending aortic index (AAOI), coarctation of the aorta index (COAI) measured by transthoracic echocardiography and CT angiography had no significant difference, but some children's single measurement results of two tests were significantly different. **Conclusions** Transthoracic echocardiography and CT angiography for the assessment of aortic arch stenosis of the vascular diameter are generally consistent, but there may be a larger error, so the clinical analysis is needed.

【Key words】 Echocardiography; Multislice spiral computed tomography; Congenital heart disease; Aortic coarctation

主动脉弓缩窄(Coarctation of the aorta, COA)是指先天性的动脉导管或动脉韧带附近的胸主动脉狭窄。该病在先心患者中占比 5~8%,男女比例 1.27:1 到 1.74:1,是排名第 5~6 位的先天性心脏病[1]。患者根据缩窄程度的不同,可以出现血压升高、心衰甚至休克等临床表现,未经治疗的 COA 患者其死亡的中位年龄为 31 岁,其中 76% 患者死于 COA 的并发症[2]。该疾病儿童期的准确诊断和对缩窄程度的准确评估直接影响病人手术时机的选择与治疗方案的制定,对于病人的近远期预后有明显的影响。现就经胸超声心动图(Transthoracic Echocardiography, TTE)和 CT 血管造影(CT Angiography, CTA)对于 COA 患儿血管直径的评估效果探讨。

一、资料与方法

1. 研究对象:选择 2010 年 6 月—2017 年 5 月我科由 TTE 或 CTA 检查共诊断主动脉弓缩窄患儿 64 例,调取其中两项检查均进行的患儿资料,将其 TTE 结果和相近时间段内 CTA 结果逐一配对,共得 28 组数据,其中男 20 例,女 8 例,年龄 1~5 400(1031.6±1452.3)天,中位年龄 210 天(为便于统计分析,所有患儿年龄均以天计算,1 例出生后 1 小时检查患儿记为 1 天,年龄 3 月以上患儿按照每月 30 天换算),具体年龄分布情况见图 1(下文对 X 轴间距意义行详细描述)。测量患儿身高、体重,并计算体表面积及两项检查间隔时间,详见表 1。

2. 仪器与方法:(1)经胸超声心动图:采用 Philips IE33 型彩色多普勒超声诊断仪, S5-1、S8-3、S12-4 探头,探头频率 1~5 MHz(S5-1 探头)、3~8 MHz(S8-3 探头)和 4~12 MHz(S12-4 探头)。受检患儿取平卧位和左侧卧位,常规进行剑

作者单位:210000 江苏,南京医科大学第一附属医院小儿胸心外科(金珉、黄琼、孔祥萦),心脏大血管外科(李京杭)

通信作者:李京杭

下、心尖部、胸骨旁及胸骨上窝扫查,了解心内结构异常情况。重点观察主动脉瓣环至降主动脉,判断血管直径和形态。利用彩色多普勒下血流汇聚加速信号协助判断狭窄起始部位,连续多普勒测量狭窄处血流流速和压差,辅助评估狭窄程度。(2)CT 血管造影:应用 Siemens 64 层螺旋 CT,扫描前用铅条包裹患儿生殖器。使用双筒高压注射器注射碘海醇注射液对比增强,前瞻性心电门控,扫描范围为肺尖至膈下,扫描层厚 1 mm。(3)患儿体位及镇静:行 TTE 患儿取仰卧位及左侧卧位,行 CTA 患儿取仰卧位,对于不能配合患儿,于检查前四小时限制睡眠,检查前 10 分钟由家长哄睡,检查时关闭大部分光源,保持房间昏暗安静,检查时无法自然睡眠患儿予以 10%水合氯醛 0.5 ml/kg 保留灌肠。

3.评价方法:TTE 和 CTA 的图像获取及测量均由高年资医师独立完成,在完成常规检查项目的同时,测量主动脉瓣环(AO),窦管交界以上 2 cm 处的升主动脉(AAO)及降主动脉最窄处(COA)的直径测值,以 Du Bois 公式^[3-4]计算所有患儿的体表面积(Body Surface Area,BSA)后,将以上三组数据分别除以体表面积后得到三组指数参数,定义为主动脉瓣环指数(AOI)=AO/BSA、升主动脉指数(AAOI)=AAO/BSA、狭窄处指数(COAI)=CAO/BSA。对比分析每一病例的以上参数的 TTE 与 CTA 测值,评估是否有统计学差异。同时计算同一直径不同检查方法所得测值的绝对值差异的分布规律。

4.统计学分析:应用 SPSS 19.0 统计软件分析各组资料,数据以均数±标准差表示。配对数据的 TTE 与 CTA 测值比较采用配对 *t* 检验,定义 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

表 1 基本资料表

	N=28	中位数
男性	20 (71.4%)	
年龄(天)	1031.59±1452.29	210
身高(cm)	81.84±12.33	69
体重(kg)	12.63±12.33	6.6
体表面积(m ²)	0.51±0.36	0.34
间隔时间(天)*	7.93±13.05	3

注:*同一病人行 TTE 与 CTA 间隔时间绝对值

二、结果

1.患儿基本资料比较:27 例患儿由 TTE 诊断为主动脉弓缩窄,其中 23 例 CTA 诊断为主动脉弓缩窄,另 5 例心脏 CTA 仅考虑为降主动脉偏细或无明显异常,此外 1 例患儿 TTE 提示降主动脉血流速度增快,但所测血管直径偏粗,未能明确诊断,后经由 CTA 诊断 COA。全部 28 例患儿中,多数患儿合并其他心血管畸形或变异,见表 2。

2.全组患儿 TTE 与 CTA 测值的比较:TTE 与 CTA 对于患儿的 AO、AAO、COA、AOI、AAOI、COAI 测值差异无统计学意义(*P*>0.05),详见表 3。

3.半岁以下患儿 TTE 与 CTA 测值的比较:半岁以下患儿共 12 例,其 TTE 与 CTA 所得的 AO、AAO、COA、AOI、AAOI、COAI 测值差异无统计学意义(*P*>0.05),详见表 4。

4.各径线 TTE 与 CTA 的差值分布情况:将患儿以天为单位的年龄的立方根为 X 轴[将坐标上分布较为集中的几个年

龄分别以天(D)、月(M)、年(Y)标记],CTA 径线减去对应 TTE 径线的数值为 Y 轴(单位 mm 等距离标记),AO、AAO、COA 的差值分别以菱形、正方形、三角形表示,同时以蓝色、橙色、灰色加以区分后标记于图 1。其中多数病例的 TTE 与 CTA 测值差异在 0~2 mm,少数差异较大病例中 1 例患儿年龄 30 天,降主动脉最窄处 TTE 测值为 8 mm,CTA 测值为 4 mm。1 例患儿年龄 12 岁,TTE 测值为 6 mm,CTA 测值为 11 mm。

表 2 合并的心血管系统异常

并发畸形	数量
动脉导管未闭	15(55.6%)
房间隔缺损	10(37.0%)
房间隔缺损	9(33.3%)
右室双出口	2(7.4%)
永存左上腔静脉	4(14.8%)
右位主动脉弓	2(7.4%)
迷走右锁骨下动脉	2(7.4%)
右上肺叶支气管直接起源于气管远端右侧壁	1(3.7%)
瓣下梗阻性病变	3(11.1%)
瓣上梗阻性病变	2(7.4%)
左主支气管狭窄	1(3.7%)
二尖瓣非返流性病变	6(22.2%)
主动脉瓣非返流性病变	2(7.4%)
乳内动脉增粗	2(7.4%)
广泛侧枝循环形成	2(7.4%)

表 3 全部患儿 TTE 与 CTA 数据的比较分析

	超声	CT	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
AO	12.97±4.94	13.09±4.56 *	-0.412	0.684
AAO	13.62±5.18	13.59±5.21 *	0.229	0.820
COA	4.76±2.15	5.35±2.58 *	-1.823	0.079
AOI	31.62±10.86	32.79±12.61 *	-1.687	0.103
AAOI	33.12±11.55	33.14±11.79 *	-0.059	0.953
COAI	12.11±7.45	12.98±6.54 *	-0.820	0.420

注:**P*>0.05

表 4 半岁以下患儿 TTE 与 CTA 数据的比较分析

	超声	CT	<i>t</i>	<i>P</i>
AO	9.71±1.96	10.33±2.19 *	-1.344	0.206
AAO	10.11±2.58	10.19±2.61 *	-0.123	0.905
COA	3.55±1.88	3.62±1.80 *	-0.123	0.904
AOI	40.64±6.56	43.40±8.24 *	-0.993	0.342
AAOI	42.16±8.08	42.65±8.65 *	-0.164	0.872
COAI	15.19±9.16	14.90±6.84 *	0.114	0.911

注:**P*>0.05

讨论 既往的相关研究中,多讨论 TTE 及 CTA 对于相关先天性心脏病的诊断准确率,而未对于具体血管直径的评估有明确的研究结论。然而目前对于主动脉弓缩窄患儿的手术时机的选择,主要是根据患儿上下身动脉压力差异程度和缩窄段最窄处直径与膈肌孔处降主动脉直径的比值。如患儿该比值<0.5 且合并高血压,则需要考虑外科手术或介入球囊扩张治疗^[5]。故本研究对于主动脉弓缩窄患儿的手术指征和方案的选择有十分重要的意义。

经胸超声心动图在检查降主动脉时,主要依靠观察二维超声图像结合彩色多普勒血流信号和连续多普勒最窄处所测流速来评估。CT 血管造影检查无法使用彩色多普勒血流信号的增强来协助判断缩窄的起始位置,也无法提供缩窄处血流的流速和压差。然而,对于较严重的缩窄,由于缩窄处血流量过少,缩窄远端血管内压力主要由代偿增粗的侧枝血管和未关闭的动脉导管的血流维持,故其彩色多普勒信号可能不清晰,缩窄处血流的流速也可能较低^[6-7]。所以,对于主动脉弓缩窄严重程度的评估和手术时机的选择,TTE 和 CTA 均可从影像学上提供关键信息。

本研究中,所有患儿均由 TTE 和 CTA 获取清晰主动脉弓图像,TTE 和 CTA 所测得的 AO、AAO、COA 直径无统计学差异,考虑到不同年龄儿童的正常血管直径个体差异大,在引入体表面积将以上数据指数化后,AOI、AAOI、COAI 所得结果亦无统计学差异。同时,考虑到本研究中有较多 6 月以下患儿,在对这些患儿数据单独分析后,以上数值仍未表现出统计学差异。因此,我们认为,从总体上而言,TTE 和 CTA 对于主动脉弓缩窄患儿的血管直径评估结果是一致的。

然而,多数患儿两者的测值并不完全一致,且部分患儿的 TTE 与 CTA 在评估较细的血管直径特别是缩窄段时出现多达 2~4 mm 的差异,鉴于这一数值超过患儿自身主动脉直径的 15~30%,我们认为两项检查在对于同一血管测值出现 2 mm 以上差异时,其对临床的指导意义有所降低。

由于主动脉弓走行多不完全在一个平面上,故 TTE 无法直观显示从主动脉瓣环至降主动脉的完整主动脉弓图像,且 TTE 对于检查医师的水平要求较高,相较于 CTA,其获得图像的清晰程度更加依赖医师的个人技术,因超声探头声束和心脏大血管的相对位置受到胸腔的限制,TTE 无法有效获取除起始部外主动脉弓全程特别是降主动脉的多数部位的标准横断面图像,这也导致了在测量特定段血管直径时,测量的图像可能无法通过该处血管中心,从而导致所测量血管直径数值低于实际血管直径^[8-9]。

本研究对象为儿童,其中多数患儿年龄小于 3 岁,无法配合屏气且心率较成人快,易产生心脏搏动伪影^[10]。虽然本研究中患儿 CTA 扫描层厚为 1 mm,但对于膜性缩窄的患儿,由于难以控制 CT 扫描层面和最窄处位置的相对关系,无法控制扫描平面和主动脉血管横截面的角度等原因,其原始轴面图像和实际缩窄位置的横断面仍然有所差别。以此图像为基础,在对图像后处理的过程中,无法完全避免以上原因导致的测量误差。

本研究的不足在于,在样本量偏少的情况下,由于 TTE 和 CTA 均存在影响测定血管直径准确性的因素,同时未能收集全部患儿术中相应血管的直径并与 TTE 及 CTA 结果进行对比分析,故无法判定研究测值相较于实际血管直径的差异程度,对于不同检查的准确性无法做进一步评估。笔者将进一步收集相关数据,完善本研究,以期对临床提供更全面的影

像学支持依据。

综上所述,对于主动脉弓缩窄患儿的血管直径评估,虽然 TTE 与 CTA 无明显差异,但就个体而言,单一检查结果的误差仍有可能误导临床治疗方案的选择。因此,我们认为,对于主动脉弓缩窄患儿,特别是儿童患儿,应在完善两项检查同时,结合临床表现和血压等数据,整体评估治疗方案。

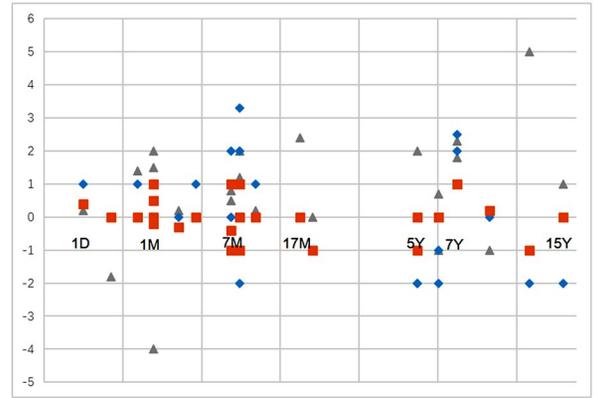


图 1 总体差值散点图 * Y 轴单位为 mm

参 考 文 献

- [1] Yokoyama U, Ichikawa Y, Minamisawa S, et al. Pathology and molecular mechanisms of coarctation of the aorta and its association with the ductus arteriosus [J]. *J Physiol Sci*, 2017, 67 (2): 259-270.
- [2] Holloway BJ, Rosewarne D, Jones RG. Imaging of thoracic aortic disease [J]. *The Brit J Radiol*, 2011, 84(3): S338-S354.
- [3] Dubois D, Dubois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known [J]. *Arch Intern Med*, 1916, 17: 863-871.
- [4] Schloesser RL, Lauff M, Buxmann H, et al. Three-dimensional body scanning: a new method to estimate body surface area in neonates [J]. *Neonatology*, 2011, 100(3): 260-264.
- [5] Dijkema EJ, Leiner T, Grotenhuis HB. Diagnosis, imaging and clinical management of aortic coarctation [J]. *Heart*, 2017, 103 (15): 1148-1155.
- [6] Perloff JK. The variant associations of aortic isthmus coarctation [J]. *Am J Cardiol*, 2010, 106(7): 1038-1041.
- [7] 郑春华,王春燕,邓风平,等. 超声心动图诊断主动脉缩窄合并主动脉弓发育不良的价值 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2010, 19 (5): 386-388.
- [8] Faletti R, Gatti M, Salizzoni S, et al. Cardiovascular magnetic resonance as a reliable alternative to cardiovascular computed tomography and transesophageal echocardiography for aortic annulus valve sizing [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2016, 32 (8): 1255-1263.
- [9] Serfaty JM, Himbert D, Esposito-Farese M, et al. Measurement of the aortic annulus diameter using transesophageal echocardiography and multislice computed tomography - are they truly comparable [J]. *Can J Cardiol*, 2014, 30(9): 1073-1079.
- [10] Dijkema EJ, Leiner T, Grotenhuis HB. Diagnosis, imaging and clinical management of aortic coarctation [J]. *Heart*, 2017, 103 (15): 1148-1155.

(收稿日期:2018-01-21)

(本文编辑:卜明)