

论 著

宽体探测器CT在小儿紫绀型复杂先心病测量值准确性的研究

张晓浩 张计旺 范丽娟*

泰达国际心血管病医院放射科(天津 300457)

【摘要】目的 通过与经胸超声心动图(TTE)对照,评价256排宽体探测器CT扫描定量诊断紫绀型复杂先心病的能力。**方法** 选取在我院行影像学检查的48例紫绀型先心病儿童。比较宽体探测器CT及TTE两种检查方法对主肺动脉、左肺动脉、右肺动脉、降主动脉、室间隔缺损(VSD)测量值及McGoon比值的差别并对三岁以下患儿体重和心率对VSD测量值及McGoon比值的影响作以分析。**结果** 两种检查方法比较主肺动脉、左肺动脉、右肺动脉、降主动脉测量值以及McGoon比值均有统计学意义($P<0.05$)。宽体探测器CT主动脉、肺动脉直径测量值及McGoon比值显著高于TTE。VSD的大小比较差别亦有统计学意义($P=0.000$)。宽体探测器CT测量值显著小于TTE结果。两种方法对三岁以下患儿VSD的测量值及McGoon比值比较与体重和心率有关,体重越重、心率越快,两种方法的一致性越好。**结论** 宽体探测器CT测量值对肺动脉发育不良型紫绀型先心病患儿的术前评估有重要意义。宽体探测器CT收缩期扫描会低估VSD的大小,术前需要参考TTE结果。

【关键词】 计算机断层成像;宽体探测器;先天性心脏病;McGoon比值

【中图分类号】 R445.1; R445.4

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.09.028

Accuracy of Wide-Body CT in Cyanotic Complex Congenital Heart Disease in Children

ZHANG Xiao-hao, ZHANG Ji-wang, FAN Li-juan*

Department of Radiology, the TEDA International Cardiovascular Hospital, Binhai New District, Tianjin 300457, China

ABSTRACT

Objective Comparing with transthoracic echocardiography (TTE), the quantitative diagnosis of cyanotic complex congenital heart disease by computed tomography (CT) scanning with 256 row wide body detector was evaluated. **Methods** Selection in our hospital for imaging examination of 48 cases of cyanotic type congenital heart disease children. More wide-body detector CT and TTE examination method of the main pulmonary artery, left pulmonary artery and right pulmonary artery, descending aorta, ventricular septal defect (VSD) measurements and McGoon ratio difference and to evaluate the influence of body weight and heart rate on VSD and McGoon ratio of children under 3 years old. **Results** Two methods of examination is the main pulmonary artery, left pulmonary artery, the right pulmonary artery, descending aorta measurements and McGoon ratio had statistical significance ($P<0.05$). The diameter measurements of aorta and pulmonary artery and McGoon ratio of wide-body detector CT were significantly higher than those of TTE. There was also a statistically significant difference in VSD size ($P=0.000$). Wide-body detector CT measurements less than TTE results significantly. The comparison of VSD measurements and McGoon ratio between the two methods for children under 3 years old was related to body weight and heart rate. The higher the body weight, the faster the heart rate the better the consistency between the two methods. **Conclusion** Wide-body detector CT measurements of pulmonary dysplasia type cyanotic type preoperative assessment of the children with congenital heart disease has important significance. The size of VSD can be underestimated by the wide-body detector CT scanning in cardiac systole, and TTE results need to be referred to before surgery.

Keywords: Computed Tomography; Wide-body Detector; Congenital Heart Disease; McGoon Ratio

先心病是婴幼儿常见的心脏疾病,国内报道发病率1%,其中复杂型先心病在活产新生儿中的发病率为6%~8%^[1],严重威胁着儿童的生命和健康。趋于先心病手术的患儿年龄小、病情复杂、手术难度高等因素,影像科室在术前为临床诊疗所提供的精准诊断信息显得尤为重要。随着CT设备不断更新和技术进步,宽体探测器CT提供了一种全新的扫描模式,其16cm的Z轴覆盖范围、0.28s/r的管球转速以及Asir-V的迭代算法^[2],能够在一个心动周期内完成低剂量扫描,可以实现自由呼吸状态下不同心率、心律患者冠状动脉扫描^[3],尤其是在小儿先心病心外大血管的检查中具有优势^[4-5],可提高对小儿先心病诊断的准确率^[6]。本研究旨在通过与TTE比较,评价宽体探测器CT在小儿紫绀型复杂先心病测量值的差别和意义。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取2017年8月至2019年12月间在泰达国际心血管病医院行TTE检查已确诊为先心病,需要进一步明确心血管解剖结构行CT低剂量扫描检查的48例先心病患儿。其中男23例,女25例;年龄12天~15岁,平均(28.2±33.9)月;体重2.8~41kg,平均(11.1±6.4)kg;身高47.0~156.0cm,平均(82.2±20.7)cm;心率80~171次/min,平均(116.3±20.5)次/min。三岁以下患儿41例,其中体重<10kg24例,体重≥10kg17例;心率<120次/min26例,心率≥120次/min15例。病种为肺动脉发育不良的紫绀型先心病,其中法洛四联症(tetralogy of fallot, TOF)33例,肺动脉(瓣)闭锁合并室间隔缺损6例,右室双出口并右室流出道狭窄9例。病例排除标准包括:碘对比剂过敏;肾功能不全;先心病术后随访复查;无超声心动图检查;未做手术等。所有48例病例均纳入符合标准,扫描过程中未出现对比剂外渗、过敏及其他检查相关并发症。本研究经医院伦理委员会批准,所有患儿家长或监护人均签署了知情同意书。

1.2 检查技术 使用宽体探测器CT(GE Revolution 256 CT)行心血管CT低剂量扫描。检查前做好头颈部和性腺防护,对能够配合的患儿进行吸气屏气训练,无法配合的患儿经麻醉镇静后用约束带裹覆。麻醉剂使用丙泊酚,注射剂量2mL/kg,由麻醉师和儿科医生或护士密切监测患儿的心电图、呼吸状态及末梢血氧饱和度。患儿取仰卧位,连接胸前心电监护仪,足侧先进,由头侧向足侧扫描,扫描范围从胸廓入口到膈下2cm。扫描参数:采用管电流智能自动毫安(smart mA, 50~400 mA)、智能管电压辅助(kV Assit)技术,参考管电压80kV,探测器宽度140或160mm,管球转速0.28s/r,层厚和重建间隔0.625mm,扫描野(SFOV)Cardiac small 24cm,噪声指数(NI)18,迭代重建Asir-V 50%,采集时间窗位于心脏收缩期35%~55%R-R间期。采用双筒高压注射器(Ulrich)经患儿下肢静脉埋置的22或24G留置注射非离子型对比剂碘海醇(350mgI/mL),用量

【第一作者】 张晓浩,男,主管技师,主要研究方向:心血管影像技术工作。E-mail: zhangxiaohao007@163.com

【通讯作者】 范丽娟,女,主任医师,主要研究方向:心血管医学影像诊断工作。E-mail: lijuanfan111@sina.com

1.0~1.5mL/kg, 注射速率1.0~2.0mL/s, 注射完毕后以相同速率注射5~10mL生理盐水。扫描采用手动对比剂智能追踪(bolus tracking)技术, 监测点位于右心室, 目测右心房内高浓度对比剂伪影开始减少而左右心房间同时显影时手动触发扫描。

1.3 图像后处理 所有数据均在后处理工作站(GE AW4.6)进行测量分析。原始数据均采用冠脉运动冻结技术(SnapShot Freez, SSF)^[7]进行重建。影像医师从中提取SSF最佳期相数据通过最大密度投影(MIP)、多平面重组(MPR)及曲面重组(CPR)等方法来对图像进行分析和测量。

1.4 经胸超声心动图 (transthoracic echocardiography, TTE) 所有患儿均应用荷兰飞利浦公司的超声诊断仪(Philips Sonos 7500)行TTE检查。不能配合的患儿需麻醉熟睡后检查, 采取仰卧位, 经剑突下、心尖部及胸骨旁按左室长轴、四腔心、五腔心等切面顺序扫描。观察其心脏解剖结构及形态, 确定异常分流束出现的部位、分流及方向, 并测量主肺动脉、左右肺动脉及膈肌水平降主动脉的内径和VSD的大小。

1.5 CT扫描图像分析和测量 由2名有丰富小儿心血管诊断经验的高年资放射科医师分别独立分析和测量, 意见不一致时商讨取得统一意见。图像测量分别为主肺动脉(main pulmonary artery, MPA)、左肺动脉(left pulmonary artery, LPA)、右肺动脉(right pulmonary artery, RPA)及膈肌水平降主动脉(descending aorta, DAO)的直径。左、右肺动脉的测量位置为远端分叉前(图1~图4)。并根据公式计算出McGoon比值, $McGoon比值 = (LPA+RPA) / DAO^{[8-9]}$ 。应用MPR重建技术在室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)显示最佳层面测量VSD的最大径。

1.6 统计学处理 采用SPSS 18.0统计软件包进行统计学处理。计量资料用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。两种检查方法的测量值比较复合正态分布的连续变量使用配对t检验, 不符合正态分布的变量比较使用配对秩和检验。宽体探测器CT和TTE两种检查方法诊断一致性比较采用Kappa检验, $k \geq 0.75$ 为一致性好, $0.4 \leq k < 0.75$ 为一般, $k < 0.4$ 为一致性差。检验水准 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 48例先心病患儿测量值结果比较 由表1可知, 两种检查方法在测量主肺动脉、左肺动脉、右肺动脉、降主动脉直径和McGoon比值上差别均有统计学意义($P < 0.05$)。宽体探测器CT测量主肺动脉和左、右肺动脉直径以及McGoon比值均显著高于TTE测量值。两种检查方法在VSD测量值上比较亦有统计学差异($P < 0.05$), 宽体探测器CT测量的VSD大小显著小于TTE结果。

2.2 不同体重3岁以下先心病患儿宽体探测器CT和TTE测量值比较(见表2) 本组3岁以下患儿共41例, 按体重不同分为 $< 10\text{kg}$ 组(24例)和 $\geq 10\text{kg}$ 组(17例)。两组不同体重患儿在两种不同检查方法下测量主肺动脉、左右肺动脉、降主动脉直径和室间隔缺损的大小比较差别均有统计学意义($P < 0.05$)。除宽体探测器CT测量VSD大小显著低于TTE测量值外, 其余各参数测量值均显著高于TTE。其中, 在体重 $< 10\text{kg}$ 组患儿中, McGoon比值两种检查方法比较差别有统计学意义($P < 0.05$), 宽体探测器CT McGoon比值显著高于TTE。在体重 $\geq 10\text{kg}$ 组患儿中, McGoon比值两种检查方法比较差别无统计学意义($P > 0.05$)。两种检查方法测量McGoon比值与3岁以下先心病患儿体重有关, 体重越重, 两种检查方法测量的结果一致性越好。

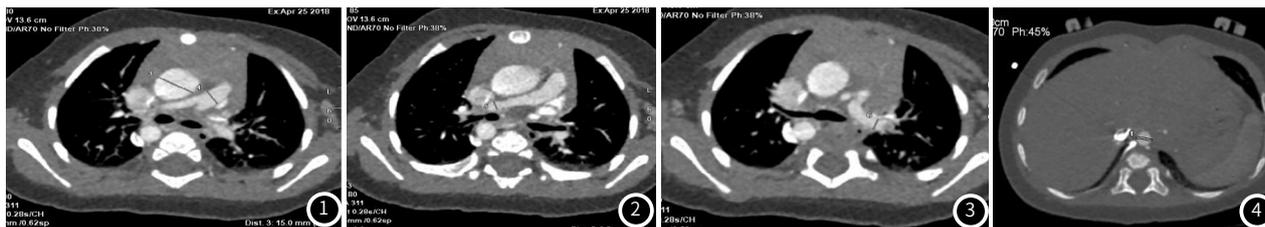


图1~图4 为2岁男性法洛三联症患儿的测量示意图; 图1~图3 横轴位图像显示肺动脉发育不良; 图2~图3 显示两侧肺动脉测量位置; 图4 显示膈面降主动脉直径测量位置。

表1 宽体探测器CT和TTE测量值比较(n=48)

组别	MPA(mm)	LPA(mm)	RPA(mm)	DAO(mm)	McGoon比值	VSD(mm)
宽体探测器CT	9.6±3.8	8.7±3.4	7.8±3.1	9.2±2.3	1.8±0.5	11.5±3.5
TTE	8.3±3.2	6.2±2.7	6.2±2.4	7.7±1.8	1.6±0.4	13.0±3.5
t/Z值	4.324	7.663	4.290	8.026	2.721	-3.519*
P值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000

注: TTE: 经胸超声心动图; MPA: 主肺动脉; LPA: 左肺动脉; RPA: 右肺动脉; DAO: 降主动脉; VSD: 室间隔缺损; McGoon比值=左、右肺动脉在肺段动脉分支前的直径(收缩期与舒张期直径之和的1/2)之和与膈肌平面降主动脉直径的比值。*两种检查方法VSD测量值不服从正态分布, 使用配对秩和检验, 统计量为Z值。

表2 不同体重重组宽体探测器CT和TTE数值比较(n=41)

体重分组	参数	MPA(mm)	LPA(mm)	RPA(mm)	DAO(mm)	McGoon比值	VSD(mm)
$< 10\text{kg}$ (n=24)	宽体探测器CT	7.3±2.4	6.6±2.7	6.2±1.6	7.8±1.2	1.6±0.5	9.8±2.4
	TTE	6.5±2.1	4.7±1.9	4.8±1.2	6.7±1.1	1.4±0.3	10.9±1.9
	t值	2.138	4.912	5.764	6.109	2.890	-2.747
	P值	0.047	0.000	0.000	0.000	0.008	0.012
$\geq 10\text{kg}$ (n=17)	宽体探测器CT	9.6±2.2	9.3±2.4	8.3±1.9	9.4±0.9	1.9±0.4	10.9±2.6
	TTE	8.0±1.6	6.6±2.1	6.5±1.8	8.1±1.0	1.7±0.5	12.9±1.7
	t值	3.009	4.864	4.841	3.862	2.057	-2.624
	P值	0.009	0.000	0.000	0.001	0.056	0.018

注: TTE: 经胸超声心动图; MPA: 主肺动脉; LPA: 左肺动脉; RPA: 右肺动脉; DAO: 降主动脉; VSD: 室间隔缺损; McGoon比值=左、右肺动脉在肺段动脉分支前的直径(收缩期与舒张期直径之和的1/2)之和与膈肌平面降主动脉直径的比值

2.3 不同心率3岁以下先心病患儿宽体探测器CT和TTE测量值比较(表3) 本组3岁以下患儿共41例,按心率快慢不同分为心率<120次/min组(26例)和心率≥120次/min组(15例)。两种不同检查方法对两组不同心率患儿的主肺动脉、左右肺动脉、降主动脉直径的测量值比较差别有统计学意义($P<0.05$),宽体探测器CT测量值显著高于TTE。在心率<120次/min组中,两种检查方法在

测量VSD大小和McGoon比值上比较均有统计学差异($P<0.05$),宽体探测器CT测量VSD大小显著小于TTE结果,测量McGoon比值显著高于TTE。在心率≥120次/min患儿组中,两种检查方法在测量VSD大小和McGoon比值上比较差别均无统计学意义($P>0.05$)。两种检查方法测量McGoon比值和VSD的大小与患儿心率有关,心率越快,两种检查方法测量的结果一致性越好。

表3 不同心率组宽体探测器CT和TTE数值比较(n=41)

心率分组	参数	MPA(mm)	LPA(mm)	RPA(mm)	DAO(mm)	McGoon比值	VSD(mm)
<120次/min(n=26)	宽体探测器CT	8.8±2.5	8.1±2.8	7.5±2.0	8.8±1.2	1.8±0.4	10.7±2.4
	TTE	7.3±2.0	5.7±2.4	5.8±1.6	7.6±1.2	1.5±0.4	12.5±1.7
	t值	2.448	5.475	6.157	4.718	3.211	-3.324
	P值	0.024	0.000	0.000	0.000	0.004	0.003
≥120次/min(n=15)	宽体探测器CT	7.5±2.6	7.2±3.0	6.3±1.7	8.0±1.4	1.7±0.5	9.3±2.6
	TTE	6.8±2.0	5.1±1.6	4.9±1.7	6.7±1.1	1.5±0.4	10.4±2.1
	t值	3.048	4.088	4.216	5.679	1.742	-1.631
	P值	0.010	0.001	0.001	0.001	0.105	0.129

注: TTE: 经胸超声心动图; MPA: 主肺动脉; LPA: 左肺动脉; RPA: 右肺动脉; DAO: 降主动脉; VSD: 室间隔缺损; McGoon比值=左、右肺动脉在肺段动脉分支前的直径(收缩期与舒张期直径之和的1/2)之和与膈肌平面降主动脉直径的比值

3 讨论

目前, TTE检查在小儿先心病术前评估中起着重要作用,尤其是诊断心内畸形疾病价值较高^[10]。值得一提的是,宽体探测器CT因其具有扫描速度快、空间组织分辨率高、低辐射剂量等特点对诊断心外畸形疾病具有较高价值^[11],其在评估心外大血管异常的解剖结构形态及其与邻近结构的关系,显示体肺侧支血管的数量及尺寸,尤其对肺动脉发育不良的紫绀型复杂先心病具有较大优势^[12]。本研究通过宽体探测器CT及TTE检查对48例患儿进行了主肺动脉、左右肺动脉、降主动脉内径的测量,并计算了McGoon比值。两种检查方法比较发现各测量参数及McGoon比值之间差别均有统计学意义($P<0.05$)。宽体探测器CT测量主肺动脉、左右肺动脉及降主动脉内径包括McGoon比值显著高于TTE检查。这与宽体探测器CT能对所采集的原始数据进行多平面重建技术有关,此技术可以回顾性多方位多角度显示血管解剖结构,能够保证测量值的准确性。此外, TTE只能局限于分段扫查血管,在测量全程血管的最大径线上存在弊端。另外,宽体探测器CT能够显示肺动脉主干、左右肺动脉全程并且能对肺动脉远端分叉部进行准确测量。而TTE由于受扫查声窗的限制,无法准确识别肺动脉远端分叉部位,同时TTE的测量结果受图像分辨率及操作者手法的影响较大,测量结果相对不甚准确^[13]。袁瑞等^[14]在对6例Berry综合征的超声心动图进行分析报道中,曾提示有1例主肺动脉间隔远端缺损,因右肺动脉骑跨程度不同使得右肺动脉与主肺动脉有相连伪像,从而造成了检查医师漏诊的情况。因此,如果临床上需要明确肺动脉发育情况时,参考两种检查结果是最佳选择。本研究对3岁以下患儿不同体重和不同心率做了进一步分组对照研究。结果显示体重≥10Kg组和心率≥120次/min组中两种检查方法测量McGoon比值无显著性差异($P>0.05$),说明3岁以下患儿体重越重、心率越快,两种检查方法测量的结果一致性较好。分析原因可能与体重越重的患儿血管管径较大,在测量时两种检查方法产生的误差较小有关。由于患儿心率过快,血管的管径在收缩期和舒张期短时间内变化较小,两种检查方法在较短的心动周期内测量值之间的差异也随之变小。许多研究报道用TTE测量VSD的大小来指导外科和介入封堵手术^[15-16],也有研究报道多层螺旋CT对VSD有较好显示^[12, 17]。本研究因为患儿心率较高,扫描时选择了心动周期变化相对稳定、维持时间相对较长的心脏收缩期进行心电图门控扫描,是否对VSD的测量值有影响进行了评估。结果显示宽体探测器CT与TTE测量值差别有统计学意义($P<0.05$),宽体探测器CT测量的结果显著小于TTE。这说明宽体探测器CT在患儿收缩期扫描时会低估VSD大小。分析原因可能与影像医师在测量图像时仅局限于二维横轴位图像并没有通过MPR、CPR等重建技术来显示VSD最大内径有关,当遇到VSD

为不规则或椭圆形时就会造成人为测量误差。另外,本研究对3岁以下患儿不同心率是否影响VSD的测量值也做了进一步的分组研究。结果显示当患儿心率≥120次/min时,两种检查方法测量VSD大小差别无统计学意义。这与快心率的患儿血管内径较细,随心动周期变化测量值之间差距较小有关。

本研究的局限性,首先,本研究的样本量较小,总样本量48例,3岁以下患儿41例,结果尚需要进一步大样本研究证实。其次,本研究结果未与手术结果进行对照研究,还需要做进一步研究来评价其意义。

综上所述,宽体探测器CT在定量诊断小儿先心病上具有一定优势,能弥补TTE扫查声窗的限制和异常解剖结构形态测量的偏差,对肺动脉发育不良型紫绀型先心病的术前评估有重要意义。在评估室间隔缺损大小时,术前需要参考TTE结果。

参考文献

- [1] 叶丹凤,周桃.彩色多普勒超声检查小儿先天性心脏病的临床意义分析[J].影像研究与医学应用,2019,3(10):139-140.
- [2] 刘卓,张诚. ASiR与ASiR-V重建算法对CT图像质量影响的体模研究[J].医疗卫生装备,2016,37(9):103-105.
- [3] 李如刚,苏优,石卉,等. ASiR-V联合低管电流技术在低剂量冠状动脉钙化积分扫描中的应用[J].中国医学计算机成像杂志,2018,24(2):132-136.
- [4] 吴雄,胡跃群,梅习龙,等.第三代双源CT前门控序列表扫描模式对复杂性先心病临床诊断价值研究[J].重庆医科大学学报,2019,44(10):1313-1318.
- [5] 肖音.多层螺旋CT在小儿先天性心脏病诊断中的应用分析[J].中西医结合心血管病杂志,2016,4(21):28.
- [6] 丁茗,蔡静,刘明,李文华.256层CT在复杂型先天性心脏病诊断中的应用[J].中国临床医学影像杂志,2014,25(7):473-476.
- [7] 吕晓波.SSF联合ASiR重建技术综合提高右冠状动脉CTA图像质量的价值探讨[J].中国医师杂志,2016,18(增刊):84-86.
- [8] Attenhofer Jost C H, Schmidt D, Huebler M, et al. Heart transplantation in congenital heart disease: In whom to consider and when[J]. J Transplant, 2013, 2013: 376027.
- [9] 吕瑛,刘召明,李红英,等.体肺分流术在复杂先天性心脏病中的临床应用[J].河北医科大学学报,2016,37(1):72-74.
- [10] 曹海坤,王辉.彩色多普勒超声诊断小儿先天性心脏病中的临床价值[J].医学影像学杂志,2017,27(3):380-382.
- [11] 苗颖,宾精文,布桂林.128层CT前门控低剂量扫描在小儿复杂先天性心脏病的临床应用[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(10):51-54.
- [12] 张琳格,纪凤颖,李扬,等.256层多排探测器螺旋CT在儿童复杂先心病中的临床应用研究[J].中国临床医学影像杂志,2012,23(11):778-781.
- [13] 宋琦峰.超声心动图在诊断新生儿先天性心脏病的临床价值探讨[J].中国数字医学,2016,11(11):26-27,57.
- [14] 袁瑞,王新霞,吴娟,等. Berry综合征的超声心动图诊断价值分析及思路[J].中国临床医学影像杂志,2020,31(1):42-44.
- [15] 何文姬,潘家华,张杭,等.经胸超声心动图在经导管封堵术中筛选室间隔膜周部缺损病例的作用[J].中国民族民间医药,2012,21(22):69-70.
- [16] GAO W, ZHONG Y M, SUN A M et al. Diagnostic accuracy of sub-mSv prospective ECG-triggering cardiac CT in young infant with complex congenital heart disease[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2016, 32(6):991-998.
- [17] 刘海峰,刘燕.多层螺旋CT及彩色多普勒超声检查在儿童先天性心脏病中的应用价值探讨[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(7):60-62.

(收稿日期:2022-02-21)