

论 著

## 双时相3D SSFP成像技术在先天性心脏病大血管中的诊断价值分析

河南省新乡市中心医院超声科二  
(河南 新乡 453000)

杨丹丹 李建玲 韩 华

**【摘要】目的** 分析双时相三维稳态进动快速成像序列(3D SSFP)对先天性心脏病(CHD)大血管畸形的诊断价值。**方法** 对我院近两年(2015年12月-2017年12月)收治的经超声诊断为CHD的46例患者先心病患者在术前或术后均采用胸部双时相3D SSFP成像及传统对比剂增强磁共振血管成像(CE-MRA)技术,比较两种MR检查获得的先心病患者大血管图像质量及测得的大血管直径,分析评估双时相3D SSFP成像技术在先天性心脏病(CHD大血管畸形)中的诊断效能。**结果** 两种MR检查获得的先心病患者大血管图像质量无显著差异( $P>0.05$ );3D SSFP收缩期、舒张期及CE-MRA测得的主动脉、左肺动脉、右肺动脉直径差异显著( $P<0.05$ ),肺总动脉及下腔静脉直径无显著差异( $P>0.05$ ),3D SSFP收缩期测得的主动脉、肺总动脉、右肺动脉直径显著大于舒张期( $P<0.05$ ),左肺动脉及下腔静脉直径与舒张期无显著差异( $P>0.05$ )。**结论** 3D SSFP成像技术能清晰显示先天性心脏病患者的大血管形态变化,且能准确测量不同心动时期大血管直径,有助于临床制定合理的治疗方案,提高CHD患者的治疗效果。

**【关键词】** 先天性心脏病; 磁共振血管成像; 3D SSFP; 大血管直径; 图像质量

**【中图分类号】** R541.1; R445.2

**【文献标识码】** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.03.007

通讯作者: 杨丹丹

## Diagnostic Value of Dual-phase 3D SSFP Imaging in Large Vessels of Congenital Heart Disease

YANG Dan-dan, LI Jian-ling, HAN Hua. Department of Ultrasound, Xinxiang City Central Hospital, Xinxiang 453000, Henan Province, China

**[Abstract] Objective** To analyze the diagnostic value of dual-phase three-dimensional steady-state precession (3D SSFP) in large vessels malformations of congenital heart disease(CHD). **Methods** A total of 46 cases of patients with congenital heart disease (CHD) diagnosed by ultrasound in our hospital in the past two years (December 2015 to December 2017) were treated with chest dual-phase 3D SSFP imaging and traditional contrast enhanced magnetic resonance angiography (CE-MRA) technique before or after surgery. The large vessels image quality and measured large vessels diameters of CHD patients were compared between the two MR examinations, and the diagnostic efficacy of dual-phase 3D SSFP imaging in large vessels malformations of CHD was analyzed and evaluated. **Results** There was no significant difference in the large vessels image quality in CHD patients between the two MR examinations ( $P>0.05$ ). There were significant differences in the diameters of aorta, left pulmonary artery and right pulmonary artery measured by 3D SSFP in systolic phase and diastolic phase and CE-MRA ( $P<0.05$ ), and there was no significant difference in the diameters of common pulmonary artery and inferior vena cava ( $P>0.05$ ). The diameters of aorta, common pulmonary artery and right pulmonary artery measured by 3D SSFP in systolic phase were significantly larger than those in diastolic phase ( $P<0.05$ ), and there was no significant difference in the diameter of left pulmonary artery and inferior vena cava compared with those in diastolic phase ( $P>0.05$ ). **Conclusion** 3D SSFP imaging can be used to the diagnosis of large vessels morphology of patients with congenital heart disease, and can measure the diameters of large vessels in different cardiac phases accurately, and it helps to develop a reasonable treatment regimen and improve the treatment effects of CHD patients.

**[Key words]** Congenital Heart Disease; Magnetic Resonance Angiography; 3D SSFP; Large Vessels Diameters; Image Quality

先天性心脏病(Congenital Heart Disease, CHD)是指胚胎发育时期心脏及大血管形成障碍或发育障碍所致心脏畸形<sup>[1]</sup>。据流行病学统计,我国每年约有15万新生儿出现CHD,1/3新生儿因未接受及时合理治疗而死亡,死亡率最高的四种CHD类型依次为主动脉转位、房间隔缺损、动脉导管未闭、肺动脉瓣狭窄<sup>[2]</sup>,故提高CHD大血管畸形的检出率至关重要。目前,临床对CHD的诊断多依赖影像学检查,超声和CT是CHD最常用的检查手段,磁共振(MR)因对心外大血管结构异常的显示具有较大的优势在CHD的诊断中越来越广泛<sup>[2-3]</sup>。传统的MR检查对操作者技术及受检者配合度要求较高,而部分CHD患者屏气效果差扫描的图像质量不能满足诊断要求,增强磁共振血管成像(CE-MRA)虽需要受检者注射造影剂,肾功能不全的患者不宜使用<sup>[3]</sup>。非对比剂增强血管成像技术的发展为CHD的诊断带来了新的希望,其中双时相三维稳态进动快速成像序列(3D SSFP)因无需对比剂,简单无创,成本低在先心病的诊断中运用越来越广泛<sup>[4]</sup>,本次研究对CHD患者3D SSFP及CE-MRA两种扫描图像进行分析,旨在探讨3D SSFP在CHD大血管中的诊断价值,为临床CHD诊治提供可靠的影像依据,具体如下。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 研究对象为我院近两年(2015年12月~2017年12月)收治的经超声诊断为CHD的53例患者,年龄为3d~50岁,平均(7.21±1.26)岁;男女比例为31/22;心率82~129次/分,平均(107.21±6.98)次/分;术前患者34例,术后患者22例;主动脉狭窄5例、大动脉转位3例、房间隔缺损8例、室间隔缺损5例、动脉导管未闭4例、肺动脉瓣狭窄5例、室发育不良3例、左室发育不良4例、右室双出口3例、主动脉弓中断2例、完全型肺静脉异位引流3例、肺动脉闭锁2例,部分患者有合并畸形。纳入标准:①均进行过心脏超声及心电图检查;②配合度高,耐受造影剂;③无脑、肝、肾及其严重器质性疾病;④患者或其家属签订同意书,并经我院伦理会审核。排除标准:①体内有金属植入或幽闭恐惧症;②合并肝、肾等严重脏器功能不全;③有精神障碍不能配合检查;④恶性肿瘤疾病;⑤伴有其他影响检测结果的心脏病;⑥扫描图像不佳影响诊断;⑦妊娠其小于3个月的孕妇。

**1.2 检查方法** 所有被检者均采用Siemens Avanto 1.5 T MR扫描仪,体部相控阵表面线圈(成人采用5通道,儿童采用2通道)及前瞻性心电门控技术。嘱被检者于扫描前静息20min以上,平卧于扫描床上,对于不能配合的新生儿,睡熟后或口服10%水合氯醛(青岛宇龙海藻有限公司,国药准字H37022673)镇静后开始检查。

3D SSFP检查:受检者取仰卧位,头先进,扫描范围为上至胸廓入口,下至膈肌下方,前至心尖,后至胸壁,先扫描轴位、冠状位、矢状位定位像,再运用前瞻性心电门控技术和呼吸导航技术,采用同一序列采集患者呼

吸末及舒张中晚期的图像,患者全程保持平静呼吸。扫描参数:TR 4.6ms, TE2.3ms, 翻转角90°, 扫描野(FOV)为(220~300)mm×(150~220)mm, 体素(1.2~1.5)mm×(0.65~0.85)mm, 层厚0.9~1.25mm, 层数112~192, 矩阵173×256;持续时间50~200ms, 采集时间348s~1620s。

CE-MRA检查:造影剂采用钆喷酸葡甲胺注射液(Gd-DTPA)(上海旭东海普药业有限公司,国药准字H19991127,规格:15mL:7.04g),扫描前半小时做对比剂过敏试验并训练病人屏气。采用高压注射器以1.5~3.0mL/s速率注射Gd-DTPA,注射完立即做增强扫描,扫描序列采用4D锁孔技术高时间分辨率血管成像(4D TRAK),扫描范围同上,设置Keyhole:50%,8次动态扫描。扫描参数:FOV(280~330)

mm×(160~250)mm, 体素(1.2~1.4)mm×(1.3~1.5)mm。

按照相关操作规范进行扫描,扫描过程密切关注被检者有无不适,结束后检查图像,确认无误,释放受检者。

**1.3 图像分析** 图像处理:将扫描数据传至工作站,由两名工作经验丰富的影像科医生对两组受试者心脏3D SSFP扫描图像进行重建。

图像质量评分<sup>[4]</sup>:对先心病患者两种检查获得的的心脏轴位图像按5分原则(如表1)分别进行质量评分。

大血管直径测量:3D SSFP检查,在重建图像上分别测量先心病患者收缩期舒张期大血管直径;CE-MRA检查,在重建图像上测量先心病患者大血管直径,包括主动脉、肺总动脉、左肺动脉、右肺动脉、下腔静脉。

**1.4 数据分析** 数据分析采

表1 图像质量评分原则

图像质量评分	图像特点
1	质量太差,无法进行诊断
2	伪影过多,诊断不确定
3	伪影较多但不影响诊断
4	伪影较少,诊断明确
5	图像清晰

表2 3D SSFP及CE-MRA图像质量评分比较( $\bar{x} \pm s$ )

检查方法	例数	主动脉	肺总动脉	左肺动脉	右肺动脉	下腔静脉
3D SSFP	53	4.71±0.38	4.46±0.59	4.72±0.51	4.68±0.47	4.72±0.54
CE-MRA	53	4.63±0.52	4.44±0.71	4.59±0.67	4.57±0.64	4.61±0.62
$\chi^2$		0.90	0.16	1.12	1.01	0.97
P		0.37	0.88	0.26	0.32	0.33

表3 3D SSFP检查在收缩期、舒张期及CE-MRA测得的先心病患者大血管长径和短径的平均值(mm)比较

大血管	3D SSFP收缩期	3D SSFP舒张期	CE-MRA	P
主动脉	13.51±2.26	11.92±2.24a	12.54±2.16	0.00
肺总动脉	17.49±4.39	15.68±3.64a	16.56±4.49	0.09
左肺动脉	11.04±2.15	9.62±2.01	10.46±1.91	0.00
右肺动脉	11.08±2.21	10.04±1.85a	10.67±1.98	0.03
下腔静脉	15.69±2.31	14.72±2.24	15.13±2.32	0.09

注:与3D SSFP收缩期比较, aP<0.05

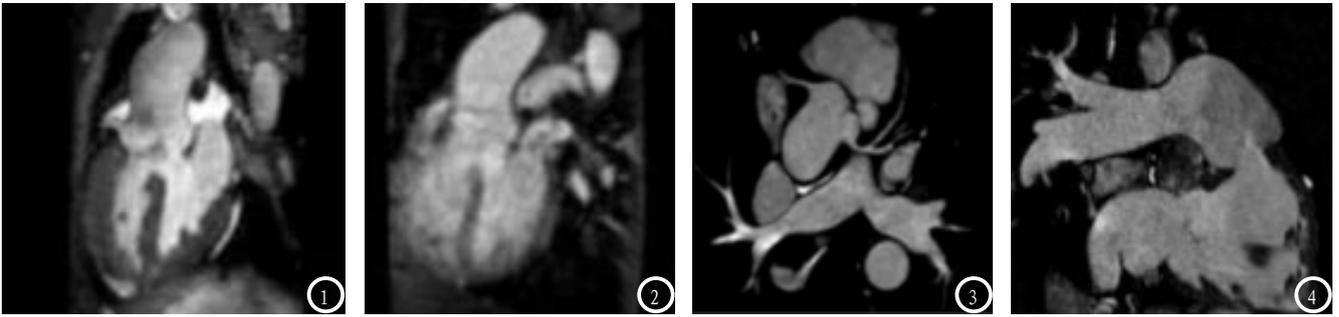


图1-4 先天性心脏病3D SSFP及CE-MRA图像。图1及图2为主动脉骑跨图像，图1 3D SSFP成像，质量评分4分，图2 CE-MRA成像，质量评分3分；图3为正常肺动脉3D SSFP图像质量评分5分；图4为肺动脉干及右肺动脉增粗3D SSFP图像，质量评分5分。

用SPSS19.0软件，图像质量评分及大血管直径以( $\bar{x} \pm s$ )形式表示，图像质量及3D SSFP收缩期、舒张期大血管直径比较采用t检验，3D SSFP收缩期、舒张期CE-MRA及大血管直径比较采用单因素方差分析，以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 3D SSFP及CE-MRA图像质量评分比较** 两种检查获得的先心病组患者大血管图像质量评分均 $\geq 3$ ，满足临床诊断，图像质量无显著差异( $P > 0.05$ )，见表2。

**2.2 3D SSFP及CE-MRA测得先心病患者大血管直径比较** 3D SSFP收缩期、舒张期及CE-MRA测得的主动脉、左肺动脉、右肺动脉直径差异显著( $P < 0.05$ )，肺总动脉及下腔静脉直径无显著差异( $P > 0.05$ )，3D SSFP收缩期测得的主动脉、肺总动脉、右肺动脉直径显著大于舒张期( $P < 0.05$ )，左肺动脉及下腔静脉直径与舒张期无显著差异( $P > 0.05$ )，见表3。

## 3 讨论

近年来随着医疗水平迅猛发展，先天性心脏病的治疗水平也随之快速提高，患者可选择手术校正心脏畸形，使心功能明显改善以维持正常生活，部分患

者可基本治愈<sup>[1]</sup>。先心病的诊断主要依靠影像学检查，常用的心脏影像学检查主要有数字减影血管造影(DSA)、B超、CT血管造影(CTA)、磁共振成像(MRI)等。DSA为先心病诊断的“金标准”，可清晰显示小血管病变，但是因检查具有创伤性，逐渐被B超、CTA及MRI等检查取代，MRI检查近年来发展迅速，对心脏内部结构及大血管显示清晰，且无创、无辐射，在临床应用日益广泛<sup>[5]</sup>。

传统MRI检查对先心病的诊断主要采用稳态自由进动序列(SSFP)及CE-MRA，前者主要显示心脏内部解剖结构、血流方向、心功能测量等，后者主要观察心外大血管结构<sup>[6]</sup>。当然，传统MRI检查也有一些缺陷，检查时需要患者配合憋气，且检查时间较长，一些新生儿及心功能严重受损的患者不能屏气或屏气效果差都会影响扫描图像质量，为诊断带来一定的困难<sup>[6]</sup>。CE-MRA检查需要注射对比剂，观察大血管时需要双倍对比剂，对于患者肾功能具有一些损伤作用，部分肾功能严重障碍的病人无法进行此项检查<sup>[7]</sup>，3D SSFP技术的出现弥补了传统MRI检查的一些不足。

3D SSFP成像序列采用新电门控技术结合呼吸导航技术，操作技术简单，扫描时间短，不需要注射对比剂，患者不需要重复憋气，对操作者及受检者的要求不高，新生儿及心脏功能严重不全

或者肾功能障碍的病人都可以接受检查。有学者认为3D SSFP序列对心内结构的显示价值可超过传统MRI平扫，对心外结构的显示与CE-MRA检查大致相同，对部分大血管连接异常的显示与CTA相差不大<sup>[8]</sup>。本次实验中先心病患者3D SSFP扫描图像质量与CE-MRA扫描图像质量相差不大，符合上述结论。心脏大血管的测量方法有许多，CE-MRA因可以对图像进行回顾性重建来测量任意血管直径而曾被当作大血管直径测量的“金标准”，但是无法配合屏气的患者伪影较重在一定程度上影响诊断<sup>[8]</sup>，其中新的成像序列4D TRAK虽然提高了时间分辨率，减少了部分伪影但未能真正消除呼吸及心脏运动产生的伪影<sup>[9]</sup>，从而影响大血管直径的测量及病变的诊断。3D SSFP血管成像无需控制患者的呼吸并能有效减少心脏运动的伪影，对心内及心外结构显示效果均较好，且操作检查可重复多次测量，可用于先心病患者术前及术后大血管直径的评估。

目前CE-MRA检查中所有序列均无法进行时相选择，成像时相的随机性很大，可处于心动周期的任意时期，不利于患者复查。常规的3D SSFP检查通常采用单时相成像，选取舒张期成像，因不少研究发现舒张期图像质量高于收缩期<sup>[10]</sup>。舒张期成像更利于疾病的诊断，但是不利于大血管直径的测量， (下转第 39 页)