

# Asir-V 联合“双低”扫描技术在儿童先天性心脏病诊断中的应用



田 慧 董丽娜 李成龙 张欣贤 郝向东 辛 涛

**【摘要】** 目的 阐述 Revolution CT 低剂量扫描技术在儿童先天性心脏病 (congenital heart diseases, CHD) 中的应用价值。方法 选择 CHD 患儿 34 例, 随机分为两组, A 组 17 例, Asir-V:50%, B 组: 17 例, Asir-V:80%, 两组扫描条件均为 70 Kv, 300 mAs, 探测器宽度 120 ~ 160 mm, 扫描时间 0.3 s, 造影剂: 碘海醇 350 mgI/mL, 用量 1 mL/kg, 记录升主动脉、降主动脉、肺动脉主干、左心室的 CT 值及同层面背部软组织 CT 值, 根据标准差 SD 计算各兴趣区信噪比 (signal-to-noise ratio, SNR) 及对比信噪比 (contrast-to-noise ratio, CNR), 记录每个病例的剂量长度乘积 (dose-length product, DLP), 并根据公式换算有效剂量 (effective doses, ED), 由两位工作 10 年以上的副主任医师独立读片诊断并对图像质量进行评分。结果 A 组各兴趣区 SNR 及 CNR 小于 B 组, 差异有统计学意义 ( $P > 0.01$ ), A 组 DLP 及 ED 与 B 组比较, 差异无统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 两位医师读片显示病例图像质量良好, 读片结果一致性良好 ( $K = 0.621$ 、 $0.683$ ); 结论 CTA 是小儿先天性心脏病的重要诊断手段, “双低”技术保证图像质量的前提下有效减少了 CT 辐射剂量, Asir-V:80% 会获得更高的图像信噪比。

**【关键词】** 心脏病/先天性; 迭代算法; 双低; 儿童

## Application value of Asir-V plus “double low” scan technique in children with congenital heart disease.

TIAN Hui, DONG Li-na, LI Cheng-long, et al. Xuzhou Children's Hospital, Xuzhou 221000, China, E-mail: 994469321@qq.com

**【Abstract】** **Objective** To explore the value of Asir-V plus low-dose scanning technique in children with congenital heart disease (CHD). **Methods** Thirty-four CHD children were randomly divided into group A ( $n = 17$ ), Asir-V: 50% and group B ( $n = 17$ ), Asir-V:80%. The scanning conditions of two groups were 70 Kv, 300 mAs, detector width 120 ~ 160 mm, scanning time 0.3 s, contrast agent: 350 mgI/mL and dosage 1 mL/kg. The values of computed tomography (CT) were recorded for ascending aorta, descending aorta, pulmonary artery and left ventricle. Standard deviation (SD) was calculated for area of interest signal-to-noise ratio (SNR) and contrast ratio of signal-to-noise ratio (CNR). Dose length product (product dose-length, DLP) was recorded for each case and effective dose (ED) was converted according to the formula. Medical diagnosis was made and image quality scored independently by two experienced doctors. **Results** The values of CNR and SNR of group A were less than those of group B. The differences were statistically significant ( $P < 0.01$ ). The inter-group differences of DLP and ED were statistically insignificant ( $P > 0.05$ ). Two independent doctors reviewed the films to ensure the image quality of each case and the consistency was decent ( $K = 0.621$ ,  $0.683$ ). **Conclusions** Computed tomography angiography is an important diagnostic means for children with congenital heart disease. And “double low” technology is applied for ensuring image quality under the premise of effectively reducing CT radiation dose and improving Asir-V with a higher image SNR ratio.

**【Key words】** Heart Diseases/CN; Asir-V; Double low; Child

有文献报道先天性心脏病发病率约 0.4% ~ 0.6%<sup>[1]</sup>。国内文献报道发病率约 0.8% ~ 1.2%, 其

中复杂先天性心脏病占 29%<sup>[2]</sup>。常有多种心内外、大血管畸形同时存在, 术前准确有效的影像学检查对于制定手术方案有重要意义, 心脏血管造影 (CT angiography CTA) 有重要的诊断价值, 但 CT 的辐射和造影剂的副作用不可忽视。“双低”CTA 技术可以有效降低辐射剂量和造影剂用量, 高等级的 Asir-

V 可以进一步改善图像质量。现总结本院 Asir-V 联合“双低”扫描技术在儿童先天性心脏病中的应用情况,报告如下。

### 材料与方 法

#### 一、临床资料

收集 2015 年 11 月在本院行 Revolution CT 检查,诊断为先天性心脏病的患儿 34 例,其中男性 19 例,女性 15 例,年龄 10 d 至 2 岁,平均年龄 7.6 个月,体重 5 ~ 12 kg,平均 6.6 kg,心率 99 ~ 150 次/分,平均 129 次/分,所有病例检查前均行心脏超声检查,均予手术治疗。

#### 二、检查方法

1. 设备为 GE 公司,256 排 Revolution CT,扫描方式:轴扫,参数:电压 70 Kv,电流:300 mAs,球管旋转时间 0.28 s /圈,层厚 0.625 mm,扫描范围:胸廓入口至膈下,双桶高压注射器,造影剂碘海醇 350 mgI/mL,用量 1 mL/kg,流速每公斤体重 0.1 mL/s,注射造影剂后以同样速率注射生理盐水 15 mL。采用造影剂示踪触发自动扫描模式,兴趣区位于降主动脉,阈值 160 Hu,达到阈值后最短时间(机器默认 1.3 s)扫描,45%~60%时相曝光,曝光时间 0.28 s 重建取得 45%时相,A 组:Asir-V50%,B 组:Asir-V:80%。

2. 剂量评价,记录 DLP,并根据公式换算成有效剂量 ED,ED = DLP × k,k 为转换因子,根据国际辐射防护委员会(ICRP)2007 年标准,小儿胸部 k 值分别为 0.039(<1 岁)、0.026(<5 岁)。

3. 图像评价:由一位有 5 年以上工作经验的主治医师取 0.625 层厚的图像测量升主动脉、降主动脉、肺动脉主干、左心室 CT 值及同层面背部软组织

CT 值和标准差 SD,背景噪声值取 SD,计算各兴趣区 SNR 及 CNR,计算方法:SNR = 兴趣区 CT 值/同层面 SD,CNR = (兴趣区 CT 值 - 同层面软组织 CT 值)/SD;

由两位工作 10 年以上的副主任医师读片评价图像质量,由两位有 10 年以上读片经验的影像科医师进行独立阅片诊断,诊断结果不一致时经商讨后达成一致,诊断结果与心脏超声和手术结果进行对比;并对图像进行评分。图像质量主观评分,标准:1 分,图像质量极差,无法用于诊断;2 分,图像质量较差,不能用于诊断;3 分,图像质量一般,可用于诊断;4 分,图像质量较好,可以满足诊断;5 分,图像质量非常好。图像评分 ≥ 3 分为符合临床诊断要求,2 分及以下不符合临床诊断要求。

#### 三、统计学处理

采用 SPSS 19.0 统计学软件进行统计学分析,对 A 组、B 组 SNR、CNR、DLP、ED 分别进行独立样本 t 检验,P < 0.05 为差异有统计学意义,对两位阅片者阅片的一致性分析采用 Weighted Kappa 检验,0.21 ≤ K ≤ 0.40,为一致性差,0.41 ≤ K ≤ 0.60,为一致性尚可,0.61 ≤ K ≤ 0.80,为一致性良好,0.81 ≤ K ≤ 1,为一致性非常好<sup>[3]</sup>。

### 结 果

A 组各兴趣区 SNR 及 CNR 小于 B 组,差异有统计学意义(P < 0.01,表 1),A 组 DLP 及 ED 与 B 组比较,差异无统计学意义(P > 0.05,表 2),两位医师读片显示病例图像质量良好,读片结果一致性良好(K = 0.621,0.683,表 3),各病例诊断结果与超声及手术对照见表 4。

表 1 两组各兴趣区 SNR 及 CNR 比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Comparisons of SNR and CNR in all areas of interest for both groups( $\bar{x} \pm s$ )

指标	升主动脉		降主动脉		肺动脉主干		左心室	
	A 组	B 组	A 组	B 组	A 组	B 组	A 组	B 组
SNR	15.88 ± 5.57	24.48 ± 5.02	15.72 ± 6.54	23.79 ± 5.40	17.75 ± 6.62	27.16 ± 6.90	16.10 ± 4.97	25.16 ± 5.60
F 值	0.255		0.513		0.049		0.751	
P 值	<0.01		<0.01		<0.01		<0.01	
指标	升主动脉		降主动脉		肺动脉主干		左心室	
	A 组	B 组	A 组	B 组	A 组	B 组	A 组	B 组
CNR	13.36 ± 5.43	20.72 ± 5.73	13.20 ± 6.48	20.13 ± 5.57	15.23 ± 6.59	23.52 ± 7.19	13.64 ± 4.96	21.44 ± 5.19
F 值	0.021		0.161		0.334		0.341	
P 值	<0.01		<0.01		<0.01		<0.01	

表 2 两组 DLP 及 ED 比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Inter-group comparisons of DLP and ED( $\bar{x} \pm s$ )

组别	DLP (mGy·cm)	ED (mSv)
A 组	11.31 ± 2.46	0.43 ± 0.09
B 组	12.93 ± 3.39	0.48 ± 0.15
t 值	1.637	4.756
P 值	>0.05	>0.05

表 3 两组阅片者评分比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 3 Comparisons of film evaluators for both groups( $\bar{x} \pm s$ )

组别	主观评分		一致性 分析(K)
	A 组	B 组	
A 组	3.59 ± 0.61	3.77 ± 0.76	0.621
B 组	3.87 ± 0.44	3.62 ± 0.51	0.683

表 4 患儿诊断与超声及手术结果对照

Table 1 Controls of diagnosis, ultrasound and operative outcomes

诊断	手术证实 (例数)	CTA		心脏彩超	
		例数	阳性率 (%)	例数	阳性率 (%)
室间隔缺损	20	20	100	20	100
房间隔缺损	17	11	65	17	100
动脉导管未闭	8	8	100	8	100
肺静脉异位引流	1	1	100	1	100
法洛氏三联症	5	5	100	5	100
迷走锁骨下动脉	6	6	100	3	50
主动脉缩窄	4	4	100	3	75
血管环	2	2	100	1	50
永存左上腔	4	4	100	3	75
右位主动脉弓	5	5	100	4	80

## 讨论

先天性心脏病包括心内结构及心外大血管的多种畸形,各种畸形可以单独或合并存在,术前明确诊断对于手术方案的选择和预后具有重要临床意义。目前主要的检查手段有心脏彩超(color Doppler flow image, CDFI)、心脏 CTA、心脏磁共振(MRI)及心血管造影。心脏超声简便易行,价格低廉,为首选检查手段,但对心外大血管显示不佳,心脏 CTA 及其三维后处理功能可以详细直观地显示心脏及大血管的相互关系,但 CT 产生的辐射和碘造影剂的副作用不可忽视,在保证诊断的前提下降低辐射剂量及造影剂用量的“双低”技术应运而生,降低辐射剂量的方法主要有减少管电压、管电流、自动毫安技术,加

大螺距,缩短扫描时间等<sup>[4]</sup>。这些方法较为局限,随着低剂量 CT 研究的深入,研究的重点从前期单纯降低扫描条件进展到改进图像重建算法,其中迭代重建技术是热点。

与传统的算法不同,迭代重建技术利用矩阵代数,通过一种数学模型选择性识别并去除图像噪声,使图像噪声减小,提高图像质量,间接地可在保持噪声不变的情况下降低辐射剂量<sup>[5]</sup>,CT 图像的噪声与 kV 相关,降低 kV 会使实质器官的噪声增高,但低 kV 会使 CT 的强化值增加,提高图像的对比度<sup>[6]</sup>,GE Revolution CT 可以将电压降低至 70 kV,并采用一种更为先进的迭代重建平台-ASiR-V。ASiR-V 是全模型实时迭代平台,结合了 ASiR 的实时重建优势和 VEO 的多模型迭代优势,采用了更为先进的系统噪声模型、被扫描物体模型和物理模型。

ASiR-V 技术中先进的系统噪声模型所考虑的因素包括数据采集系统(DAS)中的光子噪声和电子噪声,以及重建图像的噪声谱,主要用于降低噪声,提高低密度对比度。本文两组病例体重 < 12 kg,均采用 70 Kv,300 mAs 扫描参数,A 组(Asir-V:50%)和 B 组(Asir-V:80%)间 SNR 和 CNR 差异均 < 0.01,差异有统计学意义,两组辐射剂量分别为(0.43 ± 0.09) mSv 和(0.48 ± 0.15) mSv,差异 > 0.05,虽然无统计学意义,但两组所接受辐射剂量已达到了很低的水平<sup>[7]</sup>。经两位高年资医师独立读片,对图像质量作出主观评价,两组图像质量良好,读片结果一致性良好(K = 0.621,0.683),由于宽体探测器(宽度 120 ~ 160 mm)加上轴扫的方法,球管旋转一圈即刻覆盖整个心脏范围,很好抑制了呼吸伪影,且图像不存在扫描时间差而产生的造影剂浓度不均,达到了减少造影剂用量的目的,两组病例均采用 1 mL/kg 的用量,最低用量仅 5 mL,较常规用量减少 50%,以手术结果为标准,与 CDFI 对比,心内畸形中,房间隔缺损的阳性率低于 CDFI,室间隔缺损的阳性率与 CDFI 相当,心外大血管畸形中,除肺静脉异位引流、法洛氏三联症及动脉导管未闭的阳性率相当外,其余畸形的阳性率均高于 CDFI。

本研究还有一些不足需进一步改进,如采用自动管电流技术,使用等渗低浓度造影剂等方法进一步降低辐射剂量及造影剂用量,在 ALARA(as low as reasonably achievable)最优化原则的指导下,保证诊断的前提下,进一步探索低剂量的方法。

(下转第 517 页)