

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2019.09.021

文章编号: 1005-8982 (2019) 09-0100-04

256 层 iCT 剂量优化技术在婴幼儿复杂先天性心脏病中的应用

周燕飞¹, 郑穗生¹, 邹立巍¹, 杨立状²

(1. 安徽医科大学第二附属医院 放射科, 安徽 合肥 230601; 2. 中国科学院合肥肿瘤医院 医学影像部, 安徽 合肥 230031)

摘要: 目的 探讨 256 层 iCT 剂量优化计算机体层血管成像 (CTA) 技术在小儿复杂先天性心脏病术前诊断中的应用价值。**方法** 选取某院先天性心脏病患儿 50 例, 根据检查方法分为回顾组、前瞻组, 分别采用回顾性、前瞻性心电门控心脏 CTA 检查, 对两组扫描图像进行图像质量评估、差异分析; 比较两组患儿有效射线辐射剂量; 以手术结果为金标准, 比较术前 CTA、超声心动图 (UCG) 及手术符合率。**结果** 两组患儿扫描图像差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 前瞻组容积 CT 剂量指数 (CTDI)、剂量长度乘积 (DLP)、有效剂量 (ED) 值与回顾组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 前瞻组低于回顾组。术前总体 CTA 诊断手术符合率与 UCG 诊断比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), CTA 优于 UCG。**结论** 剂量优化心脏 CTA 检查对复杂先天性心脏病术前诊断具有临床意义。

关键词: 心脏病; 体层摄影术; CT; 辐射剂量

中图分类号: R541.1

文献标识码: A

Application of dose optimization technique on 256-slice iCT in infants and young children with complicated congenital heart disease

Yan-fei Zhou¹, Sui-sheng Zheng¹, Li-wei Zou¹, Li-zhuang Yang²

(1. Department of Radiology, The Second Hospital of Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230601, China; 2. Department of Medical Imaging, Cancer Hospital, Chinese Academy of Sciences, Hefei, Anhui 230031, China)

Abstract: Objective To investigate the value of 256-slice iCT dose-optimized CTA technique in the preoperative diagnosis of complex congenital heart disease in children. **Methods** Fifty patients with congenital heart disease were enrolled. Retrospective and prospective ECG-gated cardiac CTA were used to evaluate the image quality and difference between the two groups. The independent sample t-test was used. The effective radiation doses of the two groups were compared and analyzed. The surgical results were used as the gold standard, and the coincidence rate of preoperative CTA, UCG and surgical results were compared. **Results** There were no significant differences between the two groups ($P > 0.05$). The values of Volume CT dose index (CTDI), Dose-length product (DLP), and Effective dose (ED) in the prospective group were lower than those in the retrospective group ($P < 0.05$). The coincidence rate of preoperative total CTA diagnosis was compared with UCG diagnosis and the difference was statistically significant ($P < 0.05$), which turned out to be CTA was superior to UCG. **Conclusions** Dose-optimized cardiac CTA examination has clinical significance for preoperative diagnosis of complex congenital heart disease.

收稿日期: 2018-12-16

[通信作者] 郑穗生, E-mail: zhengss0509@sina.com

Keywords: heart disease; tomography; CT; radiation dose

先天性心脏病 (congenital heart disease, CHD) 是由于胚胎时期心血管异常发育所致^[1]。伴有2种或2种以上畸形的先天性心脏病,即为复杂型CHD^[2]。计算机断层血管成像 (CT angiography, CTA) 技术可以清晰地显示各房室结构及心外大血管,弥补超声检查的不足。CT的X射线的辐射对婴幼儿存在潜在风险。本研究优化婴幼儿心脏CTA扫描方案,采用256层iCT前瞻性心电门控行心脏CTA扫描,降低患儿接受的辐射剂量,同时获取较高质量的图像,为术前评估提供准确的影像学信息。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2015年3月—2017年9月合肥高新心血管病医院(安徽医科大学第二附属医院合作单位)经手术证实的CHD的患儿50例为研究对象。所有患儿术前均在本院行心脏超声心动图(UCG)及心脏CTA检查。根据检查方法分为回顾组和前瞻组。回顾组23例患儿采用回顾性心电门控扫描;前瞻组27例患儿采用前瞻性心电门控扫描。人口学数据见表1。所有患儿无明确碘剂及麻醉剂过敏史。研究经合肥高新心血管病医院医学伦理委员会批准,检查前均与患儿监护人签署知情同意书。

表1 两组患儿人口学资料比较

组别	n	男/女/例	年龄中位数/月	体重中位数/kg
回顾组	23	14/9	12	10
前瞻组	27	20/7	8	7
χ^2/Z 值		0.995	-0.557	-1.085
P值		0.318	0.578	0.278

1.2 检查方法

所有患儿均采用Philips 256层iCT (Brilliance iCT) 机扫描。较小患儿检查前行麻醉剂镇静,取仰卧位,足先进,腹部及以下铅衣覆盖。前瞻性心电门控扫描,扫描R-R间期3岁以下取45%,3岁以上取75%。扫描参数:管电压80 kV,管电流80~120 mAs,螺距1.0 cm,层厚1.0 cm。使用双筒高压注射器经头皮静脉或手背静脉注入300 mg/ml非离子型

碘对比剂,剂量为2 ml/kg,注射时间13~15 s,计算个体化注射流速。注射完毕后同流速注射生理盐水15 ml。扫描触发点取左心室,触发扫描CT阈值180 HU,足到头侧扫描。扫描范围自胸廓入口处水平至膈下。扫描结束后将薄层图像传至EBW工作站,采用MPR、MIP、VR等方法进行CT三维重建。

1.3 辐射剂量统计

记录每例CTA检查的平均容积CT计量指数(CTDI)、剂量长度乘积(DLP),根据公式换算成有效剂量(ED), $ED=DLP \times \kappa$,其中 κ 为换算因子。国际辐射防护委员会(ICRP)2007年标准,小儿胸部 κ 值:<1岁为0.039,1~5岁为0.026,5~10岁为0.018^[3]。

1.4 图像质量评估

由2位主治医师对图像进行分级评估。评价标准:3级,显示清晰、无伪影;2级,显示比较清晰、少量伪影;1级,显示一般、中度伪影;0级,显示差,伪影重^[4]。

1.5 畸形分类

参照Van Praagh节段分析法^[5]将各类畸形分为心内、心脏大血管连接、心外大血管畸形。

1.6 统计学方法

数据分析采用SPSS 22.0统计软件。两组年龄、体重不符合正态分布,采用非参数Mann-Whitney U检验,两组间图像质量差异用Wilcoxon秩和检验分析,两组辐射剂量参数CTDI、DLP和ED符合正态分布,比较采用独立样本t检验,计数资料以频数表示,组间比较采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿扫描图像质量评估

回顾组和前瞻组均无0级图像,满足诊断要求(见表2)。两组患儿扫描图像质量比较,差异无统计

表2 两组患儿扫描图像质量评估 例

组别	n	3级	2级	1级	0级
回顾组	23	14	7	2	0
前瞻组	27	21	5	1	0
合计		35	12	3	0

学意义 ($Z = -1.311, P = 0.190$)。

2.2 辐射剂量比较

前瞻组 CTDI、DLP、ED 值与回顾组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 前瞻组低于回顾组。见表 3。

CTA 共发现畸形 206 处。包括法洛四联症 25 例 (见图 1A), 心内膜垫缺损 9 例 (见图 1B), 肺静脉异位引流 2 例, 右室双出口 7 例, 主动脉缩窄 2 例 (见图 1C), 房间隔缺损 33 例, 室间隔缺损 18 例, 肺动脉闭锁 3 例 (见图 1D), 动脉导管未闭 18 例 (见图 1E) 等。伴发其他: 气管性支气管 8 例, 纵隔侧枝血管 23 例 (见图 1F), 肺部感染 28 例等。手术共检出畸形 208 处。心内畸形术前 UCG 手术符合率与 CTA 比较, 差异无

统计学意义 ($P > 0.05$)。心脏 - 大血管连接、心外大血管畸形 CTA 手术符合率与 UCG 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), CTA 手术符合率优于 UCG。见表 4。

表 3 两组患儿扫描 CTDI、DLP、ED 比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	CTDI/mGy	DLP/(mGy/cm)	ED/mSv
回顾组	23	4.66 ± 1.28	64.36 ± 15.68	2.00 ± 0.60
前瞻组	27	3.92 ± 1.04	49.82 ± 13.63	1.55 ± 0.40
t 值		2.234	3.510	3.194
P 值		0.030	0.001	0.002

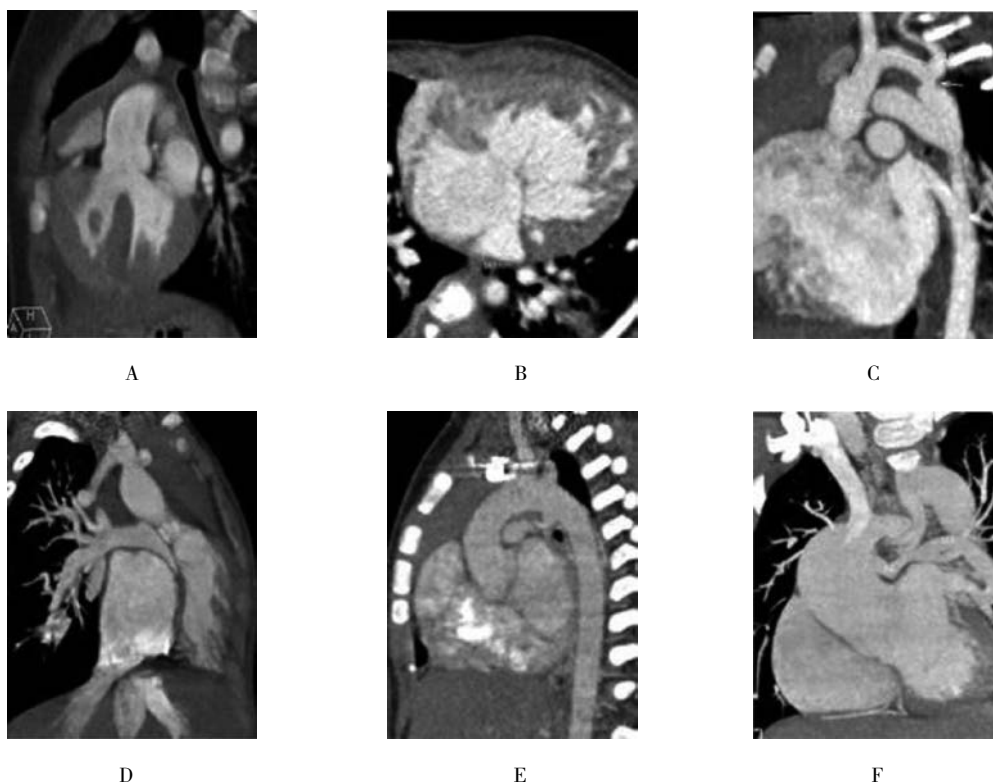


图 1 先天性心脏病心脏 CTA 重建图像
A: 室间隔缺损、主动脉弓骑跨; B: 单心室, 房间隔缺损; C: 主动脉弓峡部缩窄; D: 肺动脉闭锁; E: 肺动脉导管未闭 (漏斗型); F: 肺动脉闭锁、体 - 肺间粗大侧枝血管

图 1 先天性心脏病心脏 CTA 重建图像

表 4 术前 CTA、UCG 手术符合率比较 %

检查方法	心内畸形	心脏 - 大血管连接	心外大血管畸形	合计
CTA 手术符合率	93.9 (123/131)	94.7 (36/38)	94.9 (37/39)	94.2 (196/208)
UCG 手术符合率	96.9 (127/131)	76.3 (29/38)	71.8 (28/39)	88.5 (184/208)
χ^2 值	1.397	5.208	7.477	4.379
P 值	0.237	0.022	0.006	0.036

3 讨论

随着CT设备更新、扫描技术发展,心脏CTA在小儿CHD诊断中占有重要地位。本文中CTA检查根据患儿年龄选择不同R-R间期,避免因患儿心跳速度过快,右心室内湍急血流冲击室壁造成的运动伪影。触发后从对比剂注入相反的方向开始扫描,避免造影剂团头端产生的高浓度伪影。回顾性心电门控扫描是在心电信号的控制下采用螺旋连续扫描。优点:得到的是完整心动周围心脏容积的连续数据,可进行任意R-R期相图像重建,选择最佳图像。缺点:辐射剂量较大。前瞻性心电门控扫描的X射线发射为间断式,检查床运动为步进式,通过预设曝光的时间窗,仅在预设时相进行曝光,在移床过程中不产生X射线,降低有效辐射剂量。本研究中回顾组和前瞻组的图像质量差异无统计学意义,说明两组CTA图像对CHD的诊断差异无统计学意义。前瞻组患儿接受的X射线辐射剂量与回顾组比较,差异有统计学意义,前瞻组低于回顾组,这与陈伟等^[6]研究结果一致。

心脏CTA在各房室腔、大血管内对比剂充盈良好时扫描,得到的图像组织对比度高,没有射线硬化束伪影的干扰^[7]。本文中根据患儿体重计算出个体对比剂注射流速。图像各房室内造影剂充填均匀,左右房室间存在高低密度差,有助于判断房室间隔缺损处穿隔血束方向。本组中1例2个月患儿心脏CTA检出法洛氏三联症,房间隔1.5mm缺损区见右向左分流高密度射血束,与心脏超声和手术结果相符。当有较大房间隔缺损时,心房水平分流较快,对比剂流速可适当降低,有助于右心房内对比剂均匀充填。

CHD在术前行CTA检查可准确显示UCG难以发现的心外血管畸形、纵隔侧枝、冠状动脉及支气管畸形、内脏异位等。术前准确、全面地显示细小侧枝循环,提示肺内是否存在炎症,对手术方案的选择、制定具有重要意义^[8]。本研究经手术证实,心内畸形CTA的手术符合率略低于超声,但两种检查方法差异无统计学意义。心脏-大血管畸形、心外畸形CTA的手术符合率高于UCG,CTA的总体诊断手术符合率优于UCG。与杨房等^[9]研究结果相符。杨凯华^[10]研

究表明心外畸形CTA检出率高于超声,但易漏诊小的动脉导管未闭、房间隔缺损,对瓣膜结果的显示、右心室流出道狭窄和主动脉骑跨的分型程度的判断不及超声。本研究中1例手术证实为右心室流出道狭窄合并肺动脉瓣狭窄,而CTA仅显示右心室流出道狭窄。

综上所述,256层iCT前瞻性心电门控剂量优化心脏CTA检查,降低X射线辐射剂量的同时,为复杂CHD术前诊断提供更丰富的信息。

参考文献:

- [1] GROSSE-WORTMANN L, YOO S J, ARSDELL G V, et al. Preoperative total pulmonary blood flow predicts right ventricular pressure in patients early after complete repair of tetralogy of Fallot and pulmonary atresia with major aortopulmonary collateral arteries[J]. *Journal of Thoracic & Cardiovascular Surgery*, 2013, 146(5): 1185-1190.
- [2] PAUL J F, ROHNEAN A, SIGAL-CINQUALBRE A. Multidetector CT for congenital heart patients: what a paediatric radiologist should know[J]. *Pediatr Radiol*, 2010, 40(6): 869-875.
- [3] 杨丽,时高峰,杜煜,等.双源CT低剂量Flash螺旋扫描在小儿复杂先天性心脏病诊断中的应用[J].*重庆医学*, 2013(33): 4080-4082.
- [4] 张晓凡,王志伟,郝明珠,等.优化CTA技术在婴幼儿复杂先天性心脏病术前诊断的研究[J].*中国CT和MRI杂志*, 2016, 14(11): 47-49.
- [5] 梁长红,黄美萍,等.先天性心脏病多层螺旋CT诊断学.北京:人民卫生出版社,2009(3): 29-35.
- [6] 陈伟,吕飙,杜靖,等.双源CT前瞻性心电门控技术在婴幼儿先天性心脏病的成像研究[J].*医学影像学杂志*, 2014, 24(1): 59-63.
- [7] SUN K, HAN R J, MA L J, et al. Prospectively electrocardiogram-gated high-pitch spiral acquisition mode dual-source CT coronary angiography in patients with high heart rates: comparison with retrospective electrocardiogram-gated spiral acquisition mode[J]. *Korean Journal of Radiology*, 2012, 13(6): 684-693.
- [8] 殷磊,吕滨,韩磊,等.双源CT术前定量分析肺动脉闭锁患者固有肺动脉及体肺侧枝[J].*中国医学影像技术*, 2010, 26(6): 1084-1087.
- [9] 杨房,翟波,别彩荣,等.256层螺旋CT检查对小儿先天性心脏病的价值分析[J].*中西医结合心血管病电子杂志*, 2016, 4(17).
- [10] 杨凯华.256层iCT低剂量技术在小儿先天性心脏病复杂畸形诊断中的应用[J].*中西医结合心血管病:电子杂志*, 2015, 5(14): 190-191.

(张西倩 编辑)