

小儿先天性心脏病肺动脉发育多层螺旋 CT 研究

黄美萍, 梁长虹, 曾辉, 刘其顺, 张忠林, 张金娥, 黄飏

【摘要】 目的:评价多层螺旋 CT(MSCT) 诊断小儿先天性心脏病肺动脉发育情况的价值。**方法:**24 例紫绀型先天性心脏病患儿因心血管造影(CAG) 检查时中心肺动脉观察不满意而行 MSCT 检查。原始图像在工作站经多平面重组(MPR)、最大密度投影(MIP)、容积再现(VR) 及表面遮盖法(SSD) 重组。观察中心肺动脉及融合部是否存在、有无狭窄、径线, 体肺侧支数目以及血管外通道开通与否等指标。所有病例均经手术证实。**结果:**对于肺动脉的定性诊断, MSCT 较 CAG 优越(诊断敏感度:前者 95.83%, 后者 57.29%; 特异度:前者 100%, 后者 75%; 诊断符合率:前者 97.22%, 后者 63.19%)。对于中心肺动脉的测量, MSCT 与 CAG 之间有良好的相关关系(右肺动脉 $r = 0.86$, 左肺动脉 $r = 0.91$)。对于体肺侧支血管及外通道开通状态评价, MSCT 与 CAG 同样准确。**结论:**MSCT 对中心肺动脉发育诊断指标明显高于 CAG, 可作为 CAG 评价先天性心脏病肺动脉发育情况的有益补充。术后随诊观察外通道或肺动脉开通状态, MSCT 可取代 CAG。

【关键词】 心脏病; 肺动脉; 心血管造影术; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R814.42; R725.4; R541.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1009-0313(2004)08-0608-04

Multislice spiral CT of pulmonary arteries in infants and children with congenital heart disease HUANG Mei-ping, LIANG Chang-hong, ZENG Hui, et al. Department of Radiology, Guangdong Provincial People's Hospital, Guangzhou 510080, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the accuracy of multislice spiral CT (MSCT) in the evaluation of the pulmonary arteries in infants and children with cyanotic heart disease. **Methods:** 24 patients, whose central pulmonary arteries were not clearly visualized in cineangiograms (CAG), were examined with contrast-enhanced MSCT. Three-dimensional reconstructions were performed with multiplanar reformation (MPR), maximum intensity projection (MIP), volume rendering (VR) and shade-surface display (SSD). All imaging studies were reviewed independently for the following parameters: the caliber of the main pulmonary arteries and the branches and their confluence, the presence of stenosis, the number and caliber of aortopulmonary collaterals, and the patency of vascular shunts and conducts. Surgical confirmation, which was used as the reference standard, was available in all patients. **Results:** MSCT was superior to CAG in revealing stenotic and nonconfluent central pulmonary arteries (overall test parameters: sensitivity, 95.83% vs 57%; specificity, 100% vs 75%; accuracy, 97.22% vs 63.19%). For the measurements of pulmonary arteries, there was good correlation between MSCT and CAG (r value for right pulmonary arteries = 0.86, r value for left pulmonary arteries = 0.91). Visualization of aortopulmonary collaterals and the patency of shunts were equally well with MSCT as with CAG. **Conclusion:** MSCT may be used as a complementary technique to CAG for the evaluation of pulmonary artery anatomy in infants and children with cyanotic heart diseases. MSCT may replace CAG in the follow-up of the patients.

【Key words】 Heart diseases; Pulmonary artery; Angiocardigraphy; Tomography, X-ray computed

先天性心脏病(以下简称先心病)尤其是紫绀型先心病常累及肺动脉。肺动脉发育情况是肺少血先心病患者能否手术的重要指征之一,与手术预后密切相关^[1]。长期以来, X 线心血管造影(cineangiocardigraphy, CAG)是公认的金标准,但它有创、费时、价高,且在某些情况下(如肺动脉闭锁)可能无法清楚显示肺动脉^[2]。近年来,多层螺旋 CT(multislice spiral CT, MSCT)应用于先心病的诊断,作为 CAG 的补充^[3-8]。本研究旨在通过对小儿肺少血紫绀型先心病中心肺动脉发育情况的 MSCT 研究,并与 CAG 结果比

较,探讨 MSCT 在小儿先心病复杂畸形诊断上的临床应用价值。

材料与方法

1. 病例资料

24 例患者中,男 17 例,女 7 例,年龄 1 月~12 岁,平均 2 岁 5 个月。全部患者均为心血管造影时中心肺动脉观察不满意,再行 MSCT 检查,均经手术证实。其中法洛四联症 8 例(2 例为姑息术后),室间隔缺损

作者单位: 510080 广州,广东省人民医院放射科

作者简介: 黄美萍(1967-),女,广东人,硕士,副主任医师,主要从事心血管影像诊断工作。

并肺动脉闭锁 7 例, 右心室双出口并肺动脉狭窄 3 例, 完全性大动脉转位并肺动脉狭窄 3 例(1 例为主肺动脉人造血管分流术后), 右位心、单心室、心内膜垫缺损并肺动脉狭窄 1 例, 单心房、单心室并肺动脉闭锁 1 例, 室间隔缺损、主动脉弓离断并右肺动脉缺如 1 例。

2. 检查方法

CT 检查前准备: 年龄小于 6 岁患儿或检查不合作者于检查前口服 10% 水合氯醛 0.5~0.7 ml/kg 体重, 年龄大于 8 岁患儿于检查前训练呼吸。

CT 机: GE Lightspeed QX/I Extra。扫描模式: 螺旋扫描。扫描参数为: 120 kV, 150 mA, 层厚 1.25 mm, 层间距 0.625 mm, 螺距 0.875 1。对比剂: 非离子型对比剂(欧乃派克或优维显 300 mg I/ml) 1.5~2.0 ml/kg 体重, 用高压注射器注入, 流率 0.2~2.0 ml/s。扫描延迟时间: 2 岁内患儿, 若对比剂经头皮静脉或手背静脉注射, 延迟时间为 11~14 s, 经足外周静脉注射, 延迟时间为 14~16 s; 2~12 岁患儿在上述基础上适当延长 2~5 s。扫描范围一般为胸廓入口至左膈面下 5 cm。8 岁以上及合作的患儿行憋气扫描, 余患儿在平静呼吸下或镇静状态下扫描。

将扫描所得的数据传送至 Sun 工作站进行三维重组, 主要进行多平面重组 (multiplanar reformation, MPR)、最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP)、容积成像 (volume rendering, VR), 表面遮盖法

(shade-surface display, SSD) 等方法重组。

X 线心血管造影(CAG): 右心室、主动脉及选择性体肺侧支等电影摄影。

3. 资料分析

MSCT 与 CAG 检查时间间隔不超过 2 周。CAG 及 MSCT 图像均能清晰显示中心肺动脉的发育情况者定义为阳性, 并作定量测量; 不能清晰显示中心肺动脉发育情况或明确判断肺动脉未发育者均定义为阴性, 不作定量测量。对肺动脉是否存在、肺动脉内径、融合部是否存在、肺动脉是否狭窄、体肺侧支是否存在和起源及血管外通道是否开通等 6 个方面进行确认后, 将结果进行对照、分析。

使用 SPSS 软件包对结果进行计数资料的 χ^2 检验及双变量资料的直线相关方法统计分析。

结 果

MSCT 与 CAG 对肺动脉发育定性测量结果见表 1 (图 1、2); MSCT 与 CAG 对肺动脉管径测量情况见表 2; MSCT 与 CAG 检出体肺侧支情况见表 3。

MSCT 对肺动脉定性测量总的诊断敏感度为 95.83%, 特异度为 100%, 符合率为 97.22%; CAG 的诊断敏感度为 57.29%, 特异度为 75%, 符合率为 63.19%。

24 例手术证实 19 例 53 条血管, MSCT 检出 19

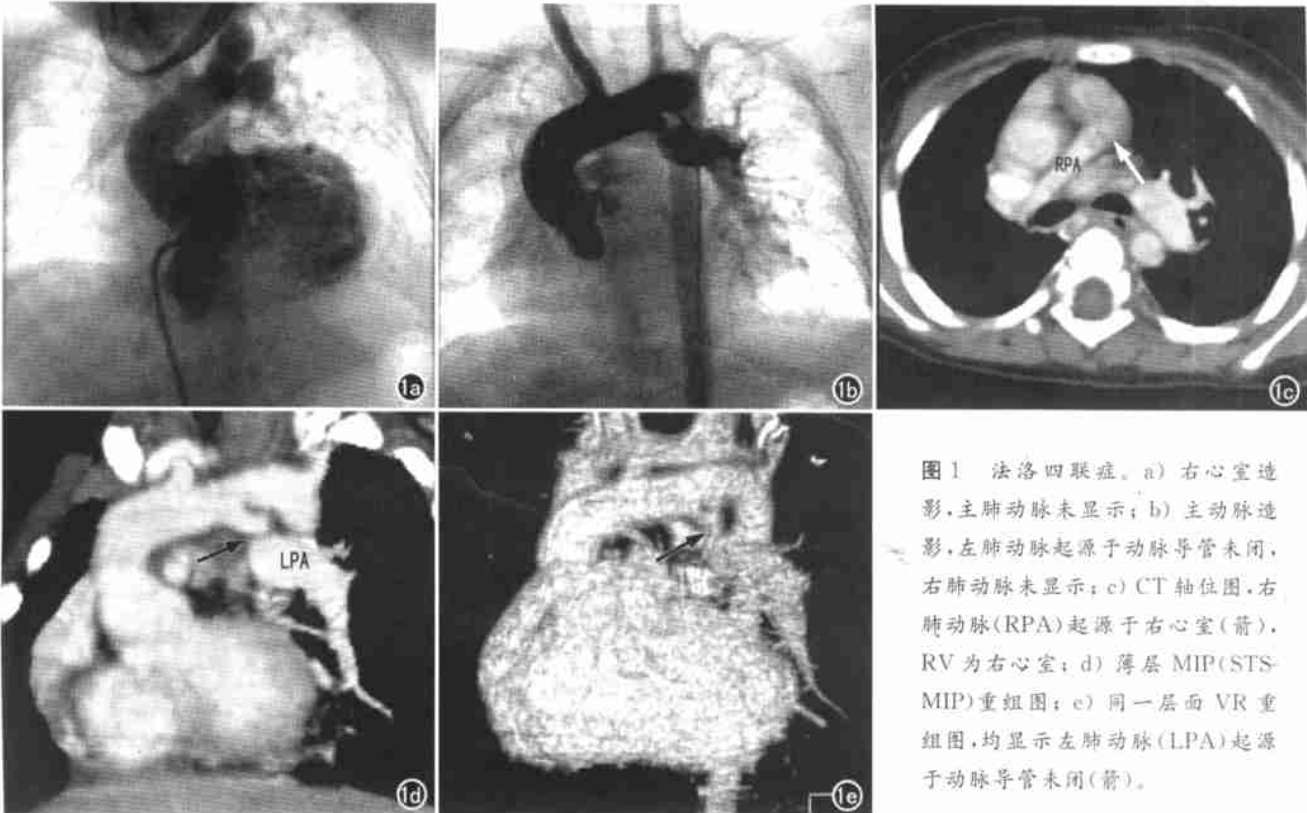


图 1 法洛四联症。a) 右心室造影, 主肺动脉未显示; b) 主动脉造影, 左肺动脉起源于动脉导管未闭, 右肺动脉未显示; c) CT 轴位图, 右肺动脉(RPA)起源于右心室(箭), RV 为右心室; d) 薄层 MIP(STSMIP)重组图; e) 同一层面 VR 重组图, 均显示左肺动脉(LPA)起源于动脉导管未闭(箭)。

例 48 条血管, CAG 检出 19 例 50 条血管。侧支来源分别发自头臂动脉、纵隔、支气管动脉、动脉导管未闭和胸降主动脉。两种方法比较, 经统计学处理, $\chi^2 = 0.54$, 两种检查方法差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。

表 1 MSCT 与 CAG 定性诊断肺动脉与手术结果对照

检查技术	手术证实存在的患者数		手术证实不存在的患者数	
	真阳性	假阴性	真阴性	假阳性
主肺动脉				
MSCT	19	1	4	0
CAG	11	9	4	0
左肺动脉				
MSCT	23	1	0	0
CAG	15	9	0	0
右肺动脉				
MSCT	23	0	1	0
CAG	14	9	1	0
肺动脉融合部				
MSCT	18	1	5	0
CAG	10	9	5	0
左肺动脉狭窄				
MSCT	6	1	17	0
CAG	4	3	12	5
右肺动脉狭窄				
MSCT	3	0	21	0
CAG	1	2	14	7
合计				
MSCT	92	4	48	0
CAG	55	41	36	12

表 2 MSCT 与 CAG 对肺动脉管径测量结果分析

血管	MSCT		CAG		<i>r</i>	<i>P</i>
	管径(mm)	例数	管径(mm)	例数		
右肺动脉	6.39±2.54	23	7.28±4.25	14	0.86	< 0.01
左肺动脉	7.28±4.43	23	7.18±3.52	15	0.91	< 0.01
主肺动脉	8.92±2.42	19	10.74±5.36	11	0.79	< 0.05

表 3 MSCT 与 CAG 检出体肺侧支血管分布情况(血管数)

体肺侧支分类	手术	MSCT	CAG
头臂动脉	6	5	6
纵隔、支气管动脉	12	9	11
动脉导管未闭	9	9	9
胸降主动脉	28	27	26
合计	53	48	50

3 例术后复查病例中 2 例分流管道通畅(图 3a、3b), 1 例闭塞。MSCT 及 CAG 均显示了肺动脉发育及外通道开通情况。

MSCT 原始轴位图能显示病变的所有信息, MPR 及 MIP 可显示心室与肺动脉连接、肺动脉及侧支血管的发育情况及空间位置关系, 薄层 MIP(STS-MIP)重组图既可完整观察肺动脉发育情况又可避免结构重叠, VR 法可直观显示纵隔外肺动脉及体肺侧支的立体形态及空间关系, 但显示纵隔内肺动脉欠佳。

讨 论

1. 先心病肺动脉成像的扫描技术

肺少血先心病患儿肺动脉发育细小或缺如, 为更准确显示解剖结构, 必须采用尽可能薄的层厚。本研究扫描层厚采用 1.25 mm, 层间距选用层厚的 50%, 重叠扫描可以减少伪影, 增加图像的平滑度。本组均未使用心电门控, 对 9 岁以下或不合作的患儿甚至未采用憋气扫描, 但由于扫描时间短(完成整个胸部扫描时间仅为 7 s 左右), 呼吸及心跳所致的运动伪影影响小, 结果表明所得图像对肺动脉结构的显示非常满意。注射对比剂后扫描延迟时间的设置非常重要, 参照文献^[3]及本组经验, 对 2 岁以下患儿, 若对比剂经手背或头皮静脉注射, 扫描延迟时间为 11~14 s, 若对比剂经足外周静脉注射, 延迟时间为 14~16 s; 2 岁以上患儿在上述基础上适当延长 2~3 s。为

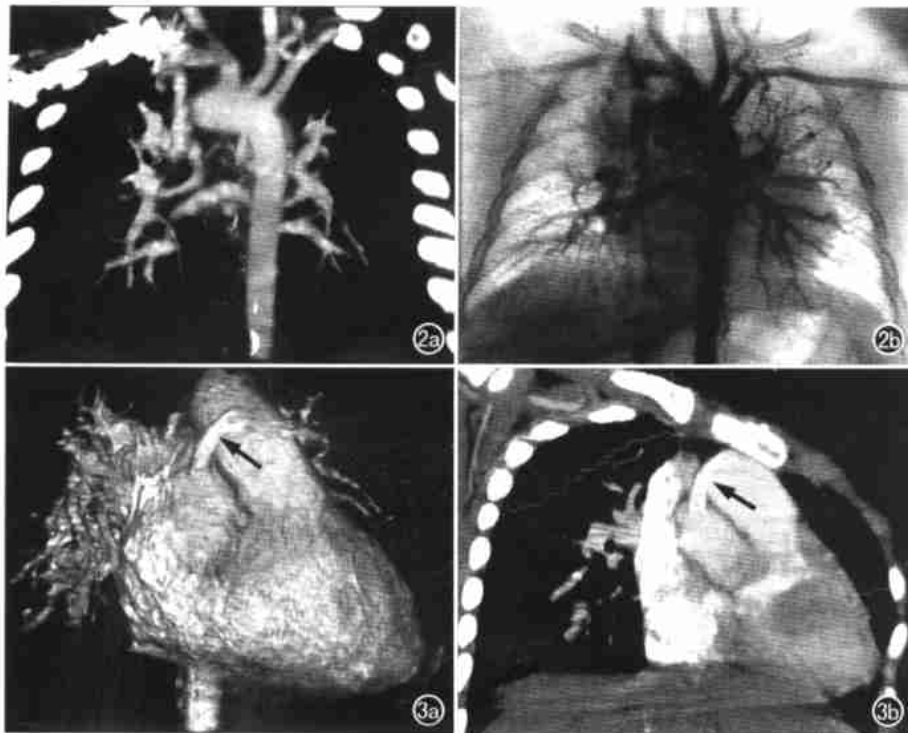


图 2 法洛四联症, 降主动脉发出多条粗大侧支血管供应肺动脉。a) STS-MIP 重组图; b) 主动脉弓造影图; 两种检查同样清晰显示侧支血管起源及分布情况。

图 3 完全性大动脉转位并肺动脉狭窄行升主动脉前壁与主肺动脉分流术后复查, 分流管(箭)通畅, 肺动脉发育良好。a) VR 重组图; b) STS-MIP 重组图。

避免腔静脉内对比剂浓度过高造成伪影干扰周围结构的观察,经手背及头皮静脉增强者,扫描方向为足头方向,经足部静脉增强者扫描方向为头足方向。对比剂注射流率为 0.2~2.0 ml/s,根据患者年龄、体重、心脏大小适当调整。总量为 1.2~2.0 ml/kg 体重。

2. MSCT 肺动脉成像的三维重组

横断面图像是扫描的原始图像,提供了病变的所有信息,但缺乏立体感,当肺动脉起源、走向异常,或侧支血管迂曲走行时,在轴位图像上难以直观显示。三维重组有助于描绘复杂的三维解剖关系。

MPR 及 MIP 法重组可显示心血管腔内外结构及畸形的空间位置关系。本组在此基础上加用薄层 MIP (STS-MIP) 法重组:在避免结构重叠的原则上,选择尽可能厚的部分容积数据进行重组。这样既可避开结构重叠,又可直观完整地显示肺动脉的发育情况,是一种方便、实用的重组方法。SSD 及 VR 法重组可直观显示纵隔外肺动脉及侧支血管的立体形态及空间关系,但因结构重叠,对纵隔内肺动脉显示欠佳,且重组费时,临床应用中只部分选用。

3. MSCT 诊断先天性心脏病肺动脉发育情况的应用价值

MSCT 可充分显示主肺、左肺、右肺动脉及融合部发育情况。本组结果表明,MSCT 诊断准确率明显比 CAG 高,弥补了心血管造影的不足。原因可能为:① MSCT 密度分辨率高,少量对比剂进入肺动脉即可显影(对肺动脉闭锁的患儿,对比剂通过侧支供应肺动脉时,仍可将中心肺动脉发育情况显示出来);② MSCT 为断层成像,解决了心血管造影的影像重叠问题;③ MSCT 采用容积扫描方式采集数据,加上其强大的后处理功能,可进行任意角度的多种方法重组,利于肺动脉的显示及测量。

本组结果显示,MSCT 不仅诊断了所有被心血管造影证实的左右肺动脉的狭窄,而且对于那些在心血管造影中,因中心肺动脉本身未显影而被掩盖的左右肺动脉存在的狭窄,MSCT 可全部诊断出来。对肺动

脉径线的测量,两种方法测量所得值之间有高度的相关性(右肺动脉 $r=0.86$,左肺动脉 $r=0.91$)。

体肺侧支供血的诊断:MSCT 在显示侧支血管起源、走行、到达部位、供血区域等方面均可与 CAG 媲美。

本组结果表明,术后观察外通道及肺动脉发育情况方面,MSCT 与 CAG 同样准确。因此对于术后复查患儿,MSCT 可取代 CAG。

MSCT 对先心病诊断的局限性是不能提供功能方面(如射血分数、瓣膜返流、室壁运动等)及生理方面(如心血管腔内压力曲线、血氧饱和度等)的数据。

参考文献:

- [1] Hernandez RJ, Bank ER, Shaffer EM, et al. Comparative evaluation of the pulmonary arteries in patients with right ventricular outflow tract obstructive lesions[J]. AJR, 1987, 148(6): 1189-1194.
- [2] 金泽宁,谢若兰,戴汝平,等.先天性心脏病心肺动脉发育情况的电子束 CT 与心血管造影对照研究[J]. 中华放射学杂志, 1998, 32(8): 515-518.
- [3] Kim TH, Kim YM, Suh CH, et al. Helical CT angiography and three-dimensional reconstruction of total anomalous pulmonary venous connections in neonates and infants[J]. AJR, 2000, 175(5): 1381-1386.
- [4] Kawano T, Ishii M, Takagi J, et al. Three dimensional helical computed tomographic angiography in neonates and infants with complex congenital heart disease[J]. Am Heart J, 2000, 139(4): 654-660.
- [5] Westra SJ, Hill JA, Aliejos JC, et al. Three-dimensional helical CT of pulmonary arteries in infants and children with congenital heart disease[J]. AJR, 1999, 173(1): 109-115.
- [6] Bradshaw KA, Pagano D, Bonser RS, et al. Multiplanar reformatting and three dimensional reconstruction: for pre-operative assessment of the thoracic aorta by computed tomography[J]. Clin Radiol, 1998, 53(3): 198-202.
- [7] Schaffler GJ, Sorantin E, Groell R, et al. Helical CT angiography with maximum intensity projection in the assessment of aortic coarctation after surgery[J]. AJR, 2000, 175(4): 1041-1045.
- [8] Shiraishi I, Yamagishi M, Iwasaki N, et al. Helical computed tomographic angiography in obstructed total anomalous pulmonary venous drainage[J]. Ann Thorac Surg, 2001, 71(5): 1690-1692.

(收稿日期: 2004-02-02 修回日期: 2004-03-30)