

- miners in west Bohemia: a long-term cohort study. *Occup Environ Med*, 1994, 51(5): 308-315.
- [ 9 ] National Research Council. Health effects of exposure to radon, BEIR VI. Washington: National Academy Press, 1999.
- [10] Falkenbach A, Kovacs J, Franke A, et al. Radon therapy for the treatment of rheumatic diseases-review and meta-analysis of controlled clinical trials. *Rheumatol Int*, 2005, 25(3): 205-210.
- [11] Yamaoka K, Komoto Y. Experimental study of alleviation of hypertension, diabetes and pain by radon inhalation. *Physiol Chem Phys Med NMR*, 1996, 28(1): 1-5.
- [12] Yamaoka K, Mifune T, Mitsunobu F, et al. Basic study on radon effects and thermal effects on humans in radon therapy. *Physiol Chem Phys Med NMR*, 2001, 33 (2): 133-138.
- [13] Reinisch N, Mur E, Herold M, et al. Decrease of respiratory burst in neutrophils of patients with ankylosing spondylitis by combined radon-hyperthermia treatment. *Clin Exp Rheumatol*, 1999, 17(3): 335-338.
- [14] Falkenbach A, Kleinschmidt J, Soto J, et al. Radon progeny activity on skin and hair after speleotherapeutic radon exposure. *J Environ Radioact*, 2002, 62(3): 217-223.
- [15] Franke A, Reiner L, Pratzel HG, et al. Long-term efficacy of radon spa therapy in rheumatoid arthritis-a randomised, sham-controlled study and follow-up. *Rheumatology (Oxford)*, 2000, 39 (8): 894-902.
- [16] van Tubergen A, Landewé R, van der Heijde D, et al. Combined spa-exercise therapy is effective in patients with ankylosing spondylitis: a randomised controlled trial. *Arthritis Rheum*, 2001, 45(5): 430-438.

( 收稿日期: 2008-09-05 )

## 多层螺旋 CT 血管造影在主动脉缩窄和主动脉弓离断的应用

冯辉 侯志彬

**【摘要】目的** 探讨多层螺旋 CT 血管造影(MSCTA)对主动脉缩窄(COA)和主动脉弓离断(IAA)的诊断价值。**方法** 对临床拟诊 COA 或 IAA 的 16 例患者行 16 层螺旋 CT 血管造影扫描,将数据进行容积再现(VR)、多平面重组(MPR)、最大密度投影(MIP)和薄层 MIP 重组,再以分段诊断法分析心内外结构。**结果** 通过 MSCTA 三维重组图像分析发现,主动脉及心腔内其他畸形 27 处,其中 COA 患者 5 例、IAA 患者 4 例。**结论** MSCTA 在先天性心脏病心外大血管畸形诊断中具有明显优势,在很大程度上能够替代心血管造影检查。

**【关键词】** 体层摄影术, X 线计算机; 主动脉缩窄; 主动脉弓离断

### The application of multi-slice spiral CT angiography in disease of coarctation of the aorta and interrupted aortic arch

FENG Hui, HOU Zhi-bin

(Department of Medical Imaging, Tianjin Children's Hospital, Tianjin 300074, China)

**【Abstract】Objective** To investigate the diagnostic value of multi-slice spiral CT angiography in coarctation of the aorta(COA) and interrupted aortic arch (IAA). **Methods** Sixteen patients with suspected COA or IAA were imaged on 16-slice spiral CT angiography. The images were reconstructed with volume rendering, multi-planar reformation, maximum intensity projection, thin-slice MIP. Intracardiac and extracardiac structure was analyzed. **Results** After the 3D image analysis of MSCTA, 5 cases were found with COA, 4 cases were found with IAA and 27 other aortic and intracardiac deformities were found. **Conclusion** MSCTA has obvious advantages in diagnosing congenital heart disease with extracardiac large vascular malformation and can considerably substitute for cardiovascular angiography.

**【Key words】** Tomography, X-ray computed; Aortic coarctation; Interrupted aortic arch

主动脉缩窄 (coarctation of the aorta, COA) 和

主动脉弓离断 (interrupted aortic arch, IAA) 是少见的先天性心血管畸形,与左侧第 4 和第 6 对主动脉弓发育障碍有关,多发现于婴幼儿时期<sup>[1]</sup>。由于 COA 或 IAA 可使患儿早期出现心力衰竭及反复的

肺部感染,严重影响婴幼儿的健康,甚至危及生命,因此早期确诊非常重要。近年来,随着多层螺旋CT(multi-slice spiral CT, MSCT)的应用和后处理技术的发展,及其具有的扫描速度快、损伤性小、时间分辨率及空间分辨率高、检查方便且费用较低等特点,使得MSCT血管造影(MSCT angiography, MSCTA)在临床上得以推广、应用,本研究着重探讨MSCTA在诊断COA和IAA中的应用价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 一般资料

收集2006年8月~2008年4月在我院进行MSCTA检查、临床拟诊为COA或IAA的患儿16例,其中男15例、女1例,年龄3d~9岁,平均年龄1.6岁。所有病例均已行超声心动检查。

### 1.2 MSCTA 检查方法

采用西门子公司SOMATOM sensation16层螺旋CT机进行螺旋扫描,扫描参数:120 kV, 150 mAs,准直器宽度为0.75 mm,螺距为1.25 mm,扫描层厚5 mm,重建层厚2 mm,重建间隔1 mm。增强检查采用非离子型对比剂碘帕醇370 mg·I/ml,其中11例患者使用高压注射器团注对比剂,注射剂量1.5 ml/kg,注射速度1.0~2.0 ml/s。采用对比剂示踪技术自动触发扫描,设定主动脉弓层面触发,阈值为120 Hu。扫描范围包括下颈段至双膈面水平,先平扫,再增强扫描。对于5岁以下不能配合的患者,检查前口服10%水合氯醛溶液0.6 ml/kg,在平静呼吸状态下采用非心电图扫描。5例患者因年龄小或高压注射器使用有困难,故采用对比剂快速手推静脉团注,推注时间为10~20 s,之后立即扫描。

### 1.3 MSCTA 图像后处理

将各期图像数据结果在Volume Wizard工作站上进行图像后处理,主要包括多平面重组(multi-planar reformation, MPR)、最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)、薄层MIP、容积再现(volume rendering VR),并结合初始图像观察心血管的走行及形态。由两名有经验的医师负责图像分析及诊断。

## 2 结果

16例患者MSCTA的三维重组图像分析共发现

畸形27处。16例患者中,单纯COA患者3例(图1、图2),COA合并房间隔缺损患者1例,COA合并迷走右锁骨下动脉及肺动脉扩张患者1例,IAA合并房间隔缺损、室间隔缺损、动脉导管未闭及肺动脉扩张患者3例(图3、图4),IAA伴单一肺动脉干、升主动脉发育不良、室间隔缺损及气管狭窄患者1例,主动脉弓褶皱畸形合并膈疝患者1例,双主动脉弓合并气管狭窄患者1例(图5、图6),右弓右降、升主动脉分叉、降主动脉迂曲合并迷走左锁骨下动脉患者1例,右弓右降、左侧头臂干位置低(开口于胸主动脉)合并动脉导管未闭患者1例,右弓右降、左肺动脉狭窄、动脉导管未闭合并迷走左锁骨下动脉患者1例;右弓右降合并迷走左锁骨下动脉患者2例。

## 3 讨论

### 3.1 COA 和 IAA 的胚胎学基础、临床分型及 MSCTA 检查优势

COA是指无名动脉到第一肋间动脉之间的主动脉管腔缩窄,分单纯型和复杂型。单纯型为导管后型缩窄,占90%以上,是位于左锁骨下动脉起始处的动脉导管韧带附近的局限性COA。复杂型即导管前型缩窄,是位于动脉导管近端的升主动脉广泛性狭窄,较少见。根据缩窄长度不同,COA还可分为隔膜样的“真性缩窄”和缩窄段较长的“管性缩窄”。MSCTA可显示COA的部位、程度、形态和长度,显示缩窄前后主动脉的扩张或主动脉弓发育不良的情况,合并动脉导管未闭时还可分辨导管前型和导管后型缩窄。此外,MSCTA能够很好地显示COA造成的侧支循环,包括锁骨下乳内肋间动脉系统、椎动脉和髓动脉系统、颈动脉和肩胛外侧动脉系统的侧支循环。右侧内乳动脉扩张对判断位于左锁骨下动脉开口或前方的COA有重要提示作用。

IAA是指因胚胎发育时期第4、6对动脉弓发育障碍所致的主动脉弓未发育,升主动脉与降主动脉之间无直接沟通。根据离断部位与左锁骨下动脉之间的关系不同,可分为A型、B型、C型,A型为离断位置在左锁骨下动脉起始部的远端;B型位于左颈总动脉和左锁骨下动脉之间;C型为离断位于头臂干与左颈总动脉之间<sup>[2]</sup>。动脉导管未闭和室间隔缺损是最常见的并发畸形。MSCTA可明确显



图 1~2: 多层螺旋 CT 血管造影的主动脉弓缩窄。图 1 为最大密度投影重组图像, 图 2 为容积再现重组图像, 显示左锁骨下动脉起始处远端主动脉峡部狭窄, 狭窄段 (短箭头) 管径约为 4 mm, 狭窄远端降主动脉 (长箭头) 管径约为 6 mm。

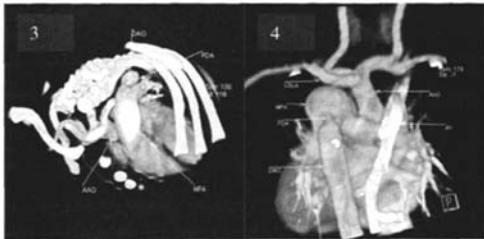


图 3~4: 多层螺旋 CT 血管造影的主动脉弓离断。图 3、4 为容积再现重组图像, 图 3 为上面观, 图 4 为背侧观。图像显示主动脉弓于左锁骨下动脉发出远端中断, 降主动脉与动脉导管延续, 肺动脉干增宽, 奇静脉扩张汇于上腔静脉 (AAO 为升主动脉, DAO 为降主动脉, PDA 为动脉导管, MPA 为主肺动脉, LSLA 为左锁骨下动脉, AV 为奇静脉)。

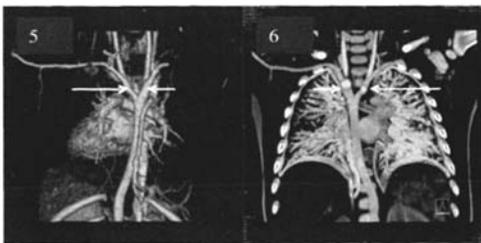


图 5~6: 多层螺旋 CT 血管造影的双主动脉弓。图 5、6 为容积再现重组图像, 图 5 为背侧观, 图 6 将气道与血管组合重组。图像显示右侧主动脉弓 (短箭头) 与左侧主动脉弓 (长箭头) 于气管隆突水平以上汇合。

示离断部位并分型, 对制订手术方案极具价值。

### 3.2 COA 和 IAA 的主要诊断方法比较

长期以来, COA 和 IAA 的诊断主要依赖临床症状、体征、超声心动和心血管造影等。心血管造影是诊断 COA 和 IAA 的金标准, 能够显示病变的部位、范围、程度以及侧支循环情况, 而且能够明

确心内外其他并发畸形。但心血管造影为有创性检查, 且对狭窄段内径 $<0.5\text{ mm}$ 者逆行主动脉造影困难, 导管不易通过狭窄段, 加上费用较贵, 使其在临床应用中受到一定限制<sup>[3]</sup>。而 MSCTA 与心血管造影相比的最大优势在于其观察血管时方便、安全, 仅需外周静脉推注对比剂, 无需从股动静脉插管, 并且能显示扫描区域不同的血管 (动、静脉) 及周围组织。同时, 由于扫描时间短, 所受的辐射剂量也明显减少, 对儿科有很重要的意义。超声心动检查能够发现有无动脉导管未闭、房间隔缺损、室间隔缺损、主动脉瓣二瓣化等伴发的畸形, 但超声心动检查由于受到声窗的限制, 易受骨组织和气体的干扰, 且视野较小, 对心腔外大血管畸形的显示欠佳, 尤其是离心腔较远的血管, 如对主动脉弓部及其分支、左右肺动脉及侧支血管走行的检查不如 MSCTA。本组病例中即有 3 例 COA 因狭窄段纤细导致超声心动检查漏诊, 另有 1 例 IAA 因扩张肺动脉的推压致主动脉弓扫描欠满意而未能确诊。磁共振成像也是用来评估大血管的一种无创和可靠的方法, 能提供较大视野的图像及三维重建, 观察血管的形态及其分支的情况, 但是图像质量不如 MSCTA 清晰, 且检查耗时长, 对于病情严重或不配合的患儿长时间接受检查是很困难的<sup>[4]</sup>。

### 3.3 MSCTA 诊断 COA 和 IAA 的优势

MSCT 可以连续快速扫描, 同时在 Z 轴方向使用了多排探测器, 从而提高了 Z 轴空间分辨率, 达到了各向同性, 实现了真正的容积扫描<sup>[5]</sup>。同时 MSCT 具有强大的后处理功能, 可以重建出与轴位图像质量一样的任意断面的二维及三维图像, 并且可以从不同方向、不同角度观察病变。MSCTA 由不同的重建方式显示血管的形态、走行及与周围组织的关系: MPR 可以在二维多平面上任意重建, 最适宜观察血管与周围组织的关系, 显示血管狭窄或扩张的部位、长度及程度, 显示心脏大血管连接处的畸形效果很好 (图 1); 薄层 MIP 对血管显示有很大优势, 尤其对婴幼儿纤细动脉导管、体肺侧支及相邻较近的血管显示效果最佳; VR 图像立体感强, 对重叠血管结构的显示尤佳 (图 3~图 5), 为判断相邻组织结构的关系提供优质解剖学图像, VR 能重建出气管、支气管及含气的食管三维图像, 然后叠加到三维的血管图像内, 用来显示气管、食管与血管的关系 (图 6), 通过图像的叠加为

临床提供心血管结构与气管之间关系的信息<sup>[6]</sup>。但由于受心脏搏动的影响, MSCTA 显示心内畸形较差, 本组中即有 2 例室间隔缺损因此漏诊。VR 图像偶尔受呼吸心跳影响会造成假象, 因此多种重建方法必须综合应用, 相互补充, 以便从不同角度更好地显示各种先心病病理解剖结构, 从而为临床提供丰富影像信息。总之, MSCT 横断面图像结合其丰富的三维后处理图像 (MPR、MIP、VR 等) 能提供非常有价值的空间结构信息, 有利于临床医师选择治疗方案和制定手术路径。因此, MSCTA 在先天性心脏病心外大血管畸形诊断中具有很大优势, 在很大程度上能够替代血管造影检查<sup>[7]</sup>。

### 参 考 文 献

- [1] 陈树宝. 先天性心脏病影像诊断学. 北京: 人民卫生出版社, 2004:310-316.
- [2] 潘恩源, 陈丽英. 儿科影像学诊断. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 485-486.
- [3] 文利, 戴书华, 邹利光, 等. 主动脉缩窄及主动脉弓离断的电子束 CT 诊断. 中国医学计算机成像杂志, 2007, 13(3): 163-166.
- [4] Oddone M, Granata C, Vercellino N, et al. Multi-modality evaluation of the abnormalities of the aortic arches in children: techniques and imaging spectrum with emphasis on MRI. *Pediatr Radiol*, 2005, 35(10): 947-960.
- [5] 柳澄. 充分发挥 64 层螺旋 CT 的优势. 中国医学影像技术, 2005, 21(8): 1145-1147.
- [6] Choo KS, Lee HD, Ban JE, et al. Evaluation of obstructive airway lesions in complex congenital heart disease using composite volume-rendered images from multislice CT. *Pediatr Radiol*, 2006, 36(3): 219-223.
- [7] Chiles C, Carr JJ. Vascular diseases of the thorax: evaluation with multidetector CT. *Radiol Clin North Am*, 2005, 43(3): 543-569.

(收稿日期: 2008-12-26)

## 心脏介入诊疗患者辐射剂量和早期外周血细胞变化观察

贾晓刚 刘强

【关键词】心脏病; 放射学, 介入性; 辐射剂量; 血细胞

心脏介入诊疗由于创伤小, 效果好, 临床广为使用。但由于患者需要直接暴露在 X 射线照射下接受一定剂量的 X 射线, 对患者可能造成一定辐射影响。本文通过监测心脏介入诊疗患者 X 射线受照剂量、检测心脏介入诊疗患者血液系统的外周血细胞成分变化, 了解辐射对患者血液系统的影响。

### 1 资料和方法

#### 1.1 一般资料

2005 年 1 月 1 日至 2007 年 12 月 30 日间, 在本院心内科进行心脏介入诊疗的患者 158 例, 其中男性 98 例、女性 60 例, 年龄 29~85 岁, 平均 61.1 岁。158 例患者中, 安装永久性心脏起搏器者 48 例, 选择性冠状动脉造影者 72 例, 冠状动脉造影+冠脉支架植入者 38 例。

#### 1.2 方法

患者术前进行血液常规检查。每例患者分别于眼晶体、甲状腺、左胸、下腹、下肢相应部位放置射线个人剂量计,

检测不同部位 X 射线受照剂量。心脏介入术后 3d 进行外周血液常规复查。心脏介入仪器包括美国产 SSIR 型心脏起搏器、美国 OEC9600 数字信号分析造影仪和荷兰产 GENIC 冠脉支架。X 射线检测仪器为: ①上海科能有限公司生产的 RGD-3A 型热释光剂量仪, 探测器为 LiF(Mg, Ti); ②加拿大原子能研究所生产的 AXr 剂量率仪。

#### 1.3 统计方法

将测得的数据输入 SPSS 13.0 软件包进行统计学分析, 进行配对 *t* 检验。

### 2 结果

#### 2.1 不同心脏介入法的各部位 X 射线吸收剂量

心脏介入诊疗患者各受照部位中以左胸部最高, 其他部位依次为甲状腺、眼晶体、下腹部、下肢, 因为左胸是心脏所在部位, 射线方向以左胸为中心, 并具有向心性分布的特点。各种心脏介入患者中, 冠状动脉造影+冠状动脉支架植入术的吸收剂量最大, 永久性心脏起搏器安装术最小, 仅为冠脉造影+支架术的 1/10, 这是因为起搏器的射线照射以透视为主, 而冠状动脉造影+支架术既有 X 线透视, 又有 X 线动态数码图像采集, 后者导致患者受照剂量明显增加 (表 1)。

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2009.01.052

作者单位: 1. 300450, 天津市第五中心医院心内科 (贾晓刚);

2. 300192 天津, 中国医学科学院放射医学研究所临床室 (刘强)

通讯作者: 刘强 (E-mail: lq6688@yahoo.com.cn)