

[文章编号] 1674-8115(2011)09-1312-04

· 论著 ·

## 血管环伴气管狭窄的多层螺旋 CT 诊断

王 谦, 钟玉敏, 孙爱敏, 杜 隽, 朱 铭

(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心影像诊断中心, 上海 200127)

[摘要] 探讨多层螺旋 CT 在由血管环畸形造成气管狭窄中的诊断价值。方法 回顾性分析 99 例血管环畸形的多层螺旋 CT 影像资料, 行最大密度及最小密度投影重建观察异常走行的血管及有无气管狭窄。结果 52 例肺动脉吊带中有 46 例伴有气管狭窄, CT 表现为左肺动脉异常起源于右肺动脉, 向后向左走行于气管和食管之间, 致使左肺动脉环绕并压迫气管, 造成气管狭窄。22 例双主动脉弓中 18 例伴有气管狭窄, CT 表现为升主动脉在气管前分左、右主动脉弓, 分别跨过左、右支气管在气管后方汇合, 形成完整的血管环。1 例右弓伴食管后动脉导管伴有气管狭窄, CT 表现为主动脉弓位于气管右侧, 动脉导管起源于降主动脉近端, 并向左走行于食道后方, 绕过食道后向前连接于左肺动脉起始部, 形成血管环。24 例右弓、迷走左锁骨下动脉、左侧动脉导管或动脉导管韧带中 18 例伴有气管狭窄, CT 表现为右弓、迷走左锁骨下动脉及左侧动脉导管或动脉导管韧带三者包围气管及食管形成血管环。结论 血管环畸形常伴有气管狭窄, 多层螺旋 CT 既能很好地显示大血管异常解剖结构, 也能精确的评价气管狭窄的情况。

[关键词] 血管环; 气管狭窄; 多层螺旋 CT

[DOI] 10.3969/j.issn.1674-8115.2011.09.023

[中图分类号] R562.12; R814.42

[文献标志码] A

## Multislice CT in diagnosis of vascular rings with tracheal stenosis

WANG Qian, ZHONG Yu-min, SUN Ai-min, DU Jun, ZHU Ming

(Imaging Diagnosis Center, Shanghai Children's Medical Center, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200127, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the value of multislice CT in the diagnosis of tracheal stenosis caused by vascular ring malformation. **Methods** The imaging data of multislice CT of 99 cases of vascular ring malformation were retrospectively analysed. Maximum and minimum density project reconstructions were performed to observe the abnormal blood vessels and presence of tracheal stenosis. **Results** Forty-six of 52 cases of pulmonary sling were associated with tracheal stenosis, and it was illustrated by CT that the left pulmonary artery derived from the right pulmonary artery, extended backward and leftward between trachea and esophagus, encircled and compressed trachea to cause tracheal stenosis. Eighteen of 22 cases of double aortic arch were associated with tracheal stenosis, and it was illustrated by CT that the ascending aorta branched into left aortic arch and right aortic arch in front of trachea, merged in back of trachea after crossing left bronchus and right bronchus respectively and formed the vascular ring. One case of right aortic arch with persistent left ligament was associated with tracheal stenosis, and it was illustrated by CT that the aortic arch located right to the trachea, the arterial ductus derived from the proximal end of descending aorta, extending leftward in back of esophagus, and joined the origin of the left pulmonary artery to form the vascular ring. Eighteen of 24 cases of right aortic arch with aberrant left subclavian artery and left arterial ductus were associated with tracheal stenosis, and it was illustrated by CT that right aortic arch, aberrant left subclavian artery and left arterial ductus encircled the trachea and esophagus to form the vascular ring. **Conclusion** Vascular ring malformation is usually accompanied by tracheal stenosis. Multislice CT can well demonstrate the anatomy of vascular anomalies, and may have a precise evaluation of tracheal stenosis.

[Key words] 血管环; 气管狭窄; 多层螺旋 CT

血管环畸形在先天性心脏病中较少见, 占先天性心脏病的 0.8%~1.3%, 血管环畸形常伴有气道

狭窄。本研究结合 99 例血管环畸形病例, 探讨多层螺旋 CT 在血管环畸形伴气道狭窄中的诊断价值。

[作者简介] 王 谦(1974—), 男, 副主任医师, 学士; 电子信箱: wangqian7472@yahoo.com.cn。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取 2006 年 3 月—2010 年 12 月在上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心影像诊断中心确诊的 99 例血管环畸形的影像学资料,其中男性 56 例,女性 43 例;年龄 3 个月~11 岁,平均年龄 2.5 岁。99 例血管环畸形中,肺动脉吊带 52 例、双主动脉弓 22 例、右弓伴食管后动脉导管 1 例以及右弓、迷走左锁骨下动脉、左侧动脉导管或动脉导管韧带 24 例。99 例血管环畸形中共有 81 例伴有气管狭窄。

### 1.2 仪器和方法

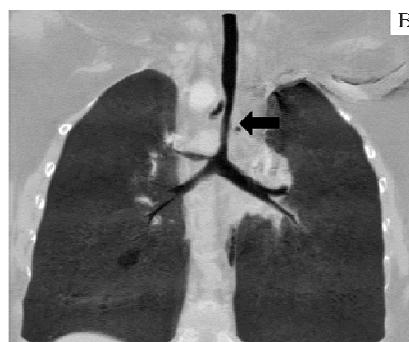
使用 LightSpeed 16 排螺旋 CT ( GE ), 层厚 0.625 mm、间隔 0.3~0.625 mm、100~120 kV、30~80 mAs、0.5 s/圈;造影剂采用欧乃派克 300 mg/mL 或典必乐 350 mg/mL, 剂量为 2 mL/kg, 使用 MEORAO MARK V Plus 单筒高压注射器从手背或足背静脉注射,注射速度为 0.6~1.5 mL/s, 开始注射

造影剂后 10~20 s 后开始扫描,扫描时间 4~10 s。不能配合检查的患儿用 0.5 mL/kg 水合氯醛镇静。由于绝大部分患儿的心率 >120 次/s,故本组病例均未使用心电门控扫描方式。年龄较大的患儿屏气后扫描。原始图像通过 GE AW4.2 工作站做最大密度和最小密度投影重建及容积重建。

## 2 结 果

### 2.1 肺动脉吊带

肺动脉吊带的 CT 表现为左肺动脉异常起源于右肺动脉,异常起源的左肺动脉位于气管的右侧,右侧支气管的上方,向后、向左走行于气管和食管之间,致使左肺动脉环绕并压迫气管(图 1),造成气管狭窄。52 例肺动脉吊带患儿中共有 44 例有气喘或喘鸣主诉,CT 检查显示全部伴有气管狭窄,其中 38 例狭窄程度 >50%,并且气管前后径及左右径均狭窄;另有 8 例患儿无气喘或喘鸣主诉,其中 2 例患儿 CT 检查显示有轻度气管狭窄,狭窄程度约 30%。



A. 肺动脉吊带,最大密度投影重建可见左肺动脉异常起源于右肺动脉,并包绕气管形成血管环; B. 肺动脉吊带伴气管狭窄,最小密度投影重建显示气管中下段狭窄(箭头所示)。

图 1 同一病例肺动脉吊带 CT 表现

Fig 1 CT imaging of pulmonary sling of one patient

### 2.2 双主动脉弓

双主动脉弓 CT 表现为升主动脉在气管前分左、右主动脉弓,左、右主动脉弓分别在气管两侧跨过左、右支气管,并在气管后方汇合,从而形成完整的血管环(图 2)。22 例双主动脉弓患儿中共有 16 例有气喘或喘鸣主诉,CT 检查显示全部伴有气管狭窄,主要表现为气管左右径狭窄;另有 6 例患儿无气喘或喘鸣主诉,其中 2 例患儿 CT 检查显示有轻度气管左右径狭窄,狭窄程度约为 30%。

### 2.3 右弓和食管后动脉导管

右弓伴食管后动脉导管共 1 例,CT 表现为主动脉弓位于气管右侧,动脉导管起源于降主动脉近端,

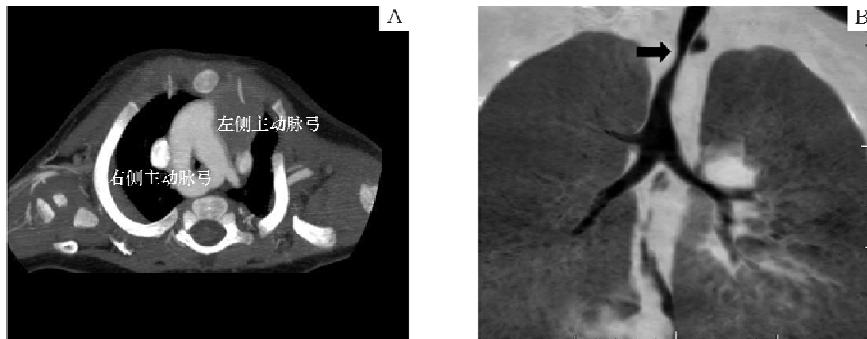
并且向左走行于食管后方,绕过食管后向前连接于左肺动脉起始部,从而形成了血管环。

### 2.4 右弓、迷走左锁骨下动脉、左侧动脉导管或动脉导管韧带

右弓、迷走左锁骨下动脉伴动脉导管或动脉导管韧带 CT 表现为主动脉弓位于气管右侧,主动脉弓依次发出左颈总动脉、右颈总动脉及右锁骨下动脉;左锁骨下动脉则起源于降主动脉,并在食管后方向左侧走行,动脉导管或动脉导管韧带位于气管左侧连接左锁骨下动脉及左肺动脉。右弓、迷走左锁骨下动脉及左侧动脉导管或动脉导管韧带三者包绕气管及食管形成血管环(图 3)。24 例右弓、迷走左锁

骨下动脉、左侧动脉导管或动脉导管韧带的患儿中共有 6 例有气喘或喘鸣主诉, CT 检查显示全部伴有气管狭窄, 其中 5 例为气管前后径狭窄, 1 例为前后

径及左右径均狭窄; 另有 18 例患儿无气喘或喘鸣主诉, 其中 12 例患儿 CT 检查显示有轻度气管前后径狭窄。



A. 双主动脉弓, 最大密度投影重建显示右侧和左侧主动脉弓形成完整的血管环对气管形成压迫造成气管狭窄; B. 双主动脉弓伴气管狭窄, 最小密度投影重建显示气管狭窄(箭头所示)。

图 2 同一病例双主动脉弓 CT 表现

Fig 2 CT imaging of double aortic arch of one patient

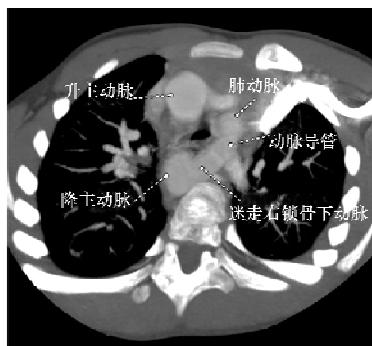


图 3 右位主动脉弓伴迷走左锁骨下动脉及左侧动脉导管 CT 表现

Fig 3 CT imaging of right aortic arch with aberrant left subclavian artery and left arterial ductus

### 3 讨 论

#### 3.1 血管环的病理特点

血管环是指异常走行的血管包绕气道与食管周围<sup>[1-3]</sup>, 若血管环偏紧则压迫气道及食道引起各种临床症状<sup>[3-6]</sup>, 包括吸入喘鸣、呼吸困难、咳嗽、气喘、吞咽困难, 并反复呼吸道感染等。血管环的形成与胚胎期主动脉弓发育异常有关, 通常可以用 Edwards 的双主动脉弓假设理论来解释不同类型血管环的发生机制。关于血管环畸形的分类各种文献均有不同, 常见的类型有 5 种: 双主动脉弓、肺动脉吊带、右位主动脉弓伴迷走左锁骨下动脉和左侧动脉导管、右位主动脉弓伴食管后动脉导管、左位主动脉弓右位降主动脉伴迷走右锁骨下动脉及右侧动脉导管<sup>[2,7,8]</sup>。若胚胎时期双侧第四对主动脉弓均未退化, 就会形成双主动脉弓; 胚胎期左右肺动脉从肺芽

两侧发出, 随着胚胎发育与两侧的第六对主动脉弓相连, 若左肺动脉不能与左侧的第六弓相连, 则形成左肺动脉异常起源于右肺动脉的肺动脉吊带; 若胚胎时期第四对主动脉弓的吸收退化点位于左锁骨下动脉及左颈总动脉之间, 则形成右弓迷走左锁骨下动脉; 若胚胎时期第四对主动脉弓的退化点位于左锁骨下动脉与左侧动脉导管之间, 则形成右位主动脉弓以及走行于食管后连接左肺动脉和降主动脉的食管后动脉导管; 若胚胎时期第四对主动脉弓退化点位于右侧锁骨下动脉与右侧动脉导管之间, 则形成左位主动脉弓、迷走右锁骨下动脉以及连接右肺动脉和右侧降主动脉的右侧动脉导管。

#### 3.2 CT 诊断的优势以及不足

CT 横断位原始图像经工作站行最大密度投影的多平面重建可以清晰显示主、肺动脉及其分支的解剖结构, 包括主动脉弓及降主动脉的位置、主动脉分支起源情况、有无动脉导管未闭以及动脉导管的位置、左右肺动脉的起始位置等。了解血管解剖结构 CT 较心血管造影或磁共振血管成像并无优势, 但是 CT 原始图像行最小密度投影的多平面重建可清晰显示气管及左右支气管有无狭窄, 在了解了大血管及气道的解剖情况后行平均密度投影的多平面重建可以显示大血管与气道间的关系, 了解是哪些血管压迫气道, 是 CT 检查明显优于心血管造影和磁共振检查的特点。多层次螺旋 CT 有层厚薄、扫描时间短的巨大优势, 0.625 mm 层厚的横断位图像减少了部分容积效应, 并使得多平面重建后的气管和血管壁更光

滑;扫描时间缩短则减少了运动伪影,使得血管或气道狭窄的假阳性减少。与 MRI 相比较,多层螺旋 CT 在空间分辨率上明显高于 MRI,特别是在同时显示大血管及气道时 CT 的优势更明显;CT 扫描时间仅为 4~10 s 明显少于 MRI,同时 CT 检查的噪音比 MRI 检查小得多,所以 CT 检查对镇静的要求比 MRI 检查低,成功率也远高于 MRI 检查<sup>[8,9]</sup>。CT 检查不能显示细小的动脉导管和动脉韧带,本组检查中右位主动脉弓伴迷走左锁骨下动脉共 24 例,其中 16 例术前 CT 检查发现伴有左位动脉导管未闭,另有 6 例术前因 CT 检查未发现动脉导管未闭或动脉导管韧带而未诊断血管环,但术中探查发现动脉导管韧带并形成血管环,即使 CT 对血管环的确诊率低于心血管造影,但因其可明确是否存在气道狭窄,仍可提示血管环形成的可能并指导手术方案。如何减少 CT 检查的辐射量是一个迫切需要解决的问题,有文献<sup>[9]</sup>报道用 20 mAs 行婴幼儿心脏 CT 检查仍可得到满足诊断要求的图像,这与传统使用 100~140 mAs 的辐射量比较已大为减少<sup>[10]</sup>。本组病例中最低使用 30 mAs 仍可得到满意的图像。

由于喘鸣或呼吸困难等气道狭窄引起的临床症状常无特异性,故往往被认为是本身的心脏疾病所致而忽视了对气道狭窄的诊断<sup>[10,11]</sup>。先天性心脏病患儿若临床有喘鸣或呼吸困难等症状时,手术前有必要行 CT 检查明确有无气道狭窄、狭窄段的位置和长度以及造成狭窄的原因<sup>[7]</sup>。手术前若未对气道狭窄做出正确诊断,则可能导致术中气管插管困难及术后难以拔除气管插管。若气道长期受压则可能出现气道软化及塌陷,危急患儿生命。术前明确诊断有助于指导手术方案及术后监护。多层螺旋 CT 既

能很好地显示大血管异常解剖结构,也能精确地评价气道狭窄的情况,所以有很高的诊断价值。

### [参考文献]

- [1] Woods R, Sharp RJ, Holcomb GW 3rd, et al. Vascular anomalies and tracheoesophageal compression: a single institution's 25-year experience[J]. Ann Thorac Surg, 2001, 72(2): 434~439.
- [2] Turner A, Gavel G, Coutts J. Vascular rings-presentation, investigation and outcome[J]. Eur J Pediatr, 2005, 164(5): 266~270.
- [3] Kussman BD, Geva T, McGowan FX. Cardiovascular causes of airway compression[J]. Pediatr Anesth, 2004, 14(1): 60~74.
- [4] Antón-Pacheco JL, Cano I, Comas J, et al. Management of congenital tracheal stenosis in infancy[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2006, 29(6): 991~996.
- [5] Elliott M, Roeckbuck D, Noctor C, et al. The management of congenital tracheal stenosis[J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2003, 67(Suppl 1): S183~S192.
- [6] Kimura-Hayama ET, Meléndez G, Mendizábal AL, et al. Uncommon congenital and acquired aortic diseases: role of multidetector CT angiography[J]. Radiographics, 2010, 30(1): 79~98.
- [7] Chun K, Colombani PM, Dudgeon DL, et al. Diagnosis and management of congenital vascular rings: a 22-year experience[J]. Ann Thorac Surg, 1992, 53(4): 597~603.
- [8] Di Sessa TG, Di Sessa P, Gregory B, et al. The use of 3D contrast-enhanced CT reconstructions to project images of vascular rings and coarctation of the aorta[J]. Echocardiography, 2009, 26(1): 76~81.
- [9] Cerillo AG, Amoretti F, Moschetti R, et al. Sixteen-row multislice computed tomography in infants with double aortic arch[J]. Int J Cardiol, 2005, 99(2): 191~194.
- [10] Donnelly LF, Frush DP. Pediatric multidetector body CT[J]. Radiol Clin North Am, 2003, 41(3): 637~655.
- [11] Kazim R, Berdon WE, Montoya CH, et al. Tracheobronchial anomalies in children with congenital cardiac disease[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 1998, 12(5): 553~555.

[收稿日期] 2011-04-26

[本文编辑] 朱宝渊