

儿童主动脉憩室的 CT 影像学表现

曹永丽, 彭芸, 刘辉, 高军, 王帆宁, 郭健

【摘要】 目的:分析和总结儿童主动脉憩室的 CT 影像学特点。**方法:**回顾性分析 2013 年 1 月—2017 年 5 月本院 87 例主动脉憩室患儿的 CT 资料,所有患者均行多层 CT 检查,其中 26 例进行了手术治疗。**结果:**87 例中 Kommerell 憩室 47 例(连接处狭窄 26 例),导管憩室 40 例。按主动脉弓及憩室位置分型:①右位主动脉弓伴憩室 75 例,其中憩室位于气管右侧 67 例(右弓右降)、左侧 8 例(右弓左降);②左弓伴憩室 9 例,其中右侧憩室 1 例(左弓右降)、左侧憩室 8 例(左弓左降);③双主动脉弓一侧闭锁伴憩室 3 例。憩室直径 4.8~12.1 mm。所有右弓、双弓及左弓右降伴右侧憩室的患者均有不同程度气道受压推移、变窄,同时伴食道受压向前、局部含气消失者 32 例。左弓左降伴憩室的患儿无明显气管受压表现。43 例患者合并其它异常,包括心血管异常 31 例、支气管肺发育异常 5 例、骨骼异常 8 例、占位 4 例、消化道畸形和膈疝各 1 例。**结论:**儿童主动脉憩室可有多种表现,与成人患者间有一定差异,CT 检查可准确诊断本病。

【关键词】 主动脉憩室; 体层摄影术, X 线计算机; 儿童

【中图分类号】 R814.42; R543.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2018)08-0861-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.08.020

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



CT diagnosis of congenital aortic diverticulum in children CAO Yong-li, PENG Yun, LIU Hui, et al.
Department of Radiology, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, National Center for Children's Health, Beijing 100045, China

【Abstract】 Objective: To explore the CT imaging features of congenital aortic diverticulum (AD) in children, and to improve the CT diagnostic accuracy of this diseases. **Methods:** CT images of 87 patients with congenital AD in our hospital from January 2013 to May 2015 were retrospectively analyzed. All children underwent MSCT scan, and 26 cases underwent surgical operation. **Results:** There were 47 cases of Kommerell diverticulum (KD), with stenosis at the junction in 26 cases, and 40 cases of ductus diverticulum (DD). According to the position of the aortic arch and diverticulum, there were three types: ①right-sided aortic arch with diverticulum in 75 cases. The diverticulum was located on the right side of the trachea in 67 cases (right-sided aortic arch and right descending aorta), on the left side of the trachea in 8 cases (right-sided aortic arch and left descending aorta). ②left-sided aortic arch with diverticulum in 9 cases, including right side diverticulum in one case (left-sided aortic arch and right descending aorta), left side diverticulum in 8 cases (left-sided aortic arch and left descending aorta). ③double aortic arch with one side atresia and associated with diverticulum in 3 cases. Diverticula diameter was 4.8~12.1mm. All patients had different degrees of airway compression and narrowing, and 32 cases had esophageal compression and disappearance of local gas, except the cases with left-sided aortic arch, left descending aorta and diverticulum. There were 43 cases with other anomaly, including 31 cases of cardiovascular anomaly, 5 cases of bronchopulmonary dysplasia, 8 cases of bone abnormalities, 4 cases of space-occupying lesions, one case of digestive tract malformation, and one case of diaphragmatic hernia. **Conclusion:** Aortic diverticulum in children can have a variety of manifestations, which are quite different from those of adults. CT can accurately diagnose this diseases.

【Key words】 Aortic diverticulum; Tomography, X-ray computed; Children

主动脉憩室(aortic diverticulum, AD)是一种先天性主动脉弓发育畸形,表现为主动脉局部囊状扩张,形成憩室,其上连接迷走锁骨下动脉时称为 Kommerell 憩室(Kommerell diverticulum, KD),最为常见^[1-4];当憩室位于动脉导管位置,且不伴迷走锁骨下动脉时,称为导管憩室(ducts diverticulum, DD)^[5]。主动脉憩室在成人患者中,多因气管、食管受压导致呼吸或吞咽困难,或伴发主动脉夹层时突发剧烈胸痛而被发现,病情较凶险,如果合并主动脉破裂,患者的生存率很低。此类疾病在儿童中的报道较少,笔者总结了 87 例 AD 患儿的 CT 资料,旨在提高对儿童主动脉憩室的认知。

材料与方法

1. 临床资料

搜集 2013 年 1 月—2017 年 5 月在本院经 CT 诊断为主动脉憩室的 87 例儿童的病例资料。其中男 56 例,女 31 例,年龄 1 个月~14 岁个 1 个月,中位年龄 19 个月。主要临床表现:呼吸道症状 55 例,包括呼吸困难、咳嗽喘息、发热气促等;5 例有食道症状,表现为喂养困难、呛奶,其余患儿均无明确吞咽受阻表现;血压压差异常 2 例,其中 1 例为左上肢血压较右侧低 20~30 mmHg,另 1 例是右上、下肢血压间的压差达 20~30 mmHg。手术治疗 26 例,其中 15 例同时行其它心脏手术治疗。

2. 检查方法和影像学分析

使用 GE Discovery CT750 HD 或 GE Lightspeed VCT64 CT 机。能够配合的患儿在平躺后平静呼吸下扫描;不能配合的患儿,检查前口服 10%水合氯醛,剂量 0.5 mL/kg,镇静后在睡眠状态下扫描。21 例行胸部增强扫描,扫描范围自胸廓入口至膈下 1~2 cm 水平;66 例使用心电后门控监测下扫描,扫描范围为主动脉弓分支水平至膈面心底部。扫描参数:80~120 kV,70~260 mA,螺距 1.375,层厚 5 mm,重建间隔 0.625 mm。静脉注射对比剂碘克沙醇(320 mg I/mL)或碘普罗胺(300 mg I/mL),剂量 0.8~1.5 mL/kg,流率 0.6~2.0 mL/s。扫描完成后,将胸部增强图像或 45%~85% R-R 间期心脏重建图像传输至 GE ADW4.5 工作站进行图像后处理,获得多平面重组(multi-planar reformation, MPR)、最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)及容积再现(volume rendering, VR)等后处理图像。

所有患者均经 2 位中级职称以上放射科医师分别进行影像学分析,意见不统一时,全科讨论决定最终诊断结果。

结 果

1. 影像检查结果

87 例患者的主要 CT 表现见表 1。其中 Kommerell 憩室 47 例,导管憩室 40 例。根据主动脉弓的位置,可以分为右弓伴憩室,左弓伴憩室及双弓一侧闭锁伴憩室(本组均为左弓闭锁)。所有右弓、双弓及左弓右降伴右侧憩室的患者均有不同程度气道受压推移、变窄(图 1~6)。食道受压表现为局部食道背侧受血管推压向前移位,局部食道内含气减少甚至消失(图 1c、2b、4b)。左弓左降伴憩室的患者,憩室相对偏小,无明显气道受压表现;右弓左降及左弓右降的病例中,移行的降主动脉本身对气道就构成推移及压迫(图 3、7)。KD 患者均可见迷走锁骨下动脉与 KD 连接处不同程度的走行成角(图 1a、7a、8a),其中合并连接处狭窄(图 8a)的有 23 例(均为右弓)。主动脉憩室的直径为 4.8~12.1 mm。KD 憩室基底部直径与锁骨下动脉直径的比值为 1.53~4.30。4 例可见动脉导管未闭(patent ductus arteriosus, PDA)显示(图 3),32 例可见动脉导管韧带钙化(图 6)。

表 1 主动脉憩室多排螺旋 CT 表现 (例)

位置	憩室类型		气管 压迫	食道 压迫	动脉导管 韧带钙化
	KD	DD			
右位主动脉弓					
右侧	39	28	67	27	3/31
左侧	7	1	8	2	1/1
左位主动脉弓					
右侧	1	0	1	1	0/0
左侧	0	8	0	0	0/0
双弓					
右侧	0	3	3	2	0/0
左侧	0	0	0	0	0/0

43 例合并主动脉憩室以外的异常,其中 31 例合并心血管畸形,包括室间隔缺损 10 例、房间隔缺损 7 例、永存左上腔静脉 7 例、卵圆孔未闭 5 例、主动脉弓缩窄 3 例(图 8)、肺动脉吊带 2 例、肺动脉狭窄 2 例、法洛氏四联症及主动脉瓣上狭窄各 1 例。合并支气管肺发育异常 5 例,包括左肺发育不全 1 例、气管性支气管 5 例。合并骨骼异常 8 例,包括漏斗胸 6 例、高肩胛骨并颈椎畸形 1 例和脊柱侧弯 1 例。4 例合并占位性病变,包括纵隔占位 1 例、颈腋下淋巴血管瘤 2 例及肝内血管瘤 1 例。1 例合并食道闭锁伴无肛,1 例合并食道裂孔疝。

1 例行食道造影检查,可见食道中上段后缘弧形受压向前,局部食道变窄(图 1d)。

2. 手术结果

26 例患者进行了手术治疗,其中 KD 患者 19 例、DD 患者 7 例。12 例行动脉导管缝扎术,术中测量动脉导管直径为 0.3~10.2 cm;14 例行动脉导管韧带切断缝合,解除血管环压迫;9 例行憩室切除,其中 7 例同时行迷走锁骨下动脉移植术。KD 伴迷走锁骨下动

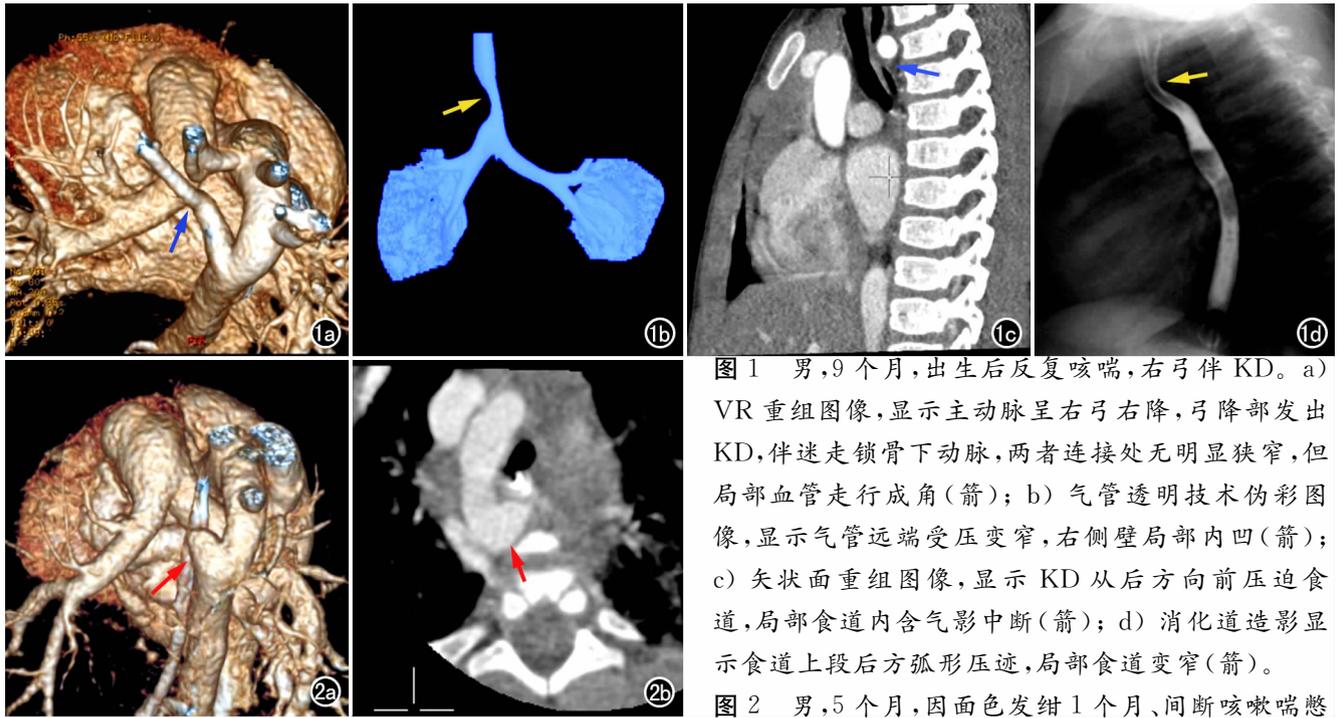


图1 男,9个月,出生后反复咳嗽,右弓伴KD。a) VR重组图像,显示主动脉呈右弓右降,弓降部发出KD,伴迷走锁骨下动脉,两者连接处无明显狭窄,但局部血管走行成角(箭);b) 气管透明技术伪彩图像,显示气管远端受压变窄,右侧壁局部内凹(箭);c) 矢状面重组图像,显示KD从后方向前压迫食道,局部食道内含气影中断(箭);d) 消化道造影显示食道上段后方弧形压迹,局部食道变窄(箭)。

图2 男,5个月,因面色发绀1个月、间断咳嗽喘憋

10天入院,右弓右降伴DD。a) VR重组图像(背侧观),显示主动脉右弓右降,右位导管憩室(箭);b) 横轴面CTA图像,显示气管远端右侧受压变扁(箭),食管内胃管留置、未见气体影。

脉者均位于食道后方。15例同时行其它心脏手术;对7例双弓畸形患者行左弓切断术,其中2例左弓闭锁,5例左弓细小、最细处管径仅约0.5 cm;7例行室间隔修补术,1例主动脉弓缩窄患者进行了治疗。手术与CT诊断结果的比较见表2。

表2 26例手术患者结果与CT检查结果对比 (例)

病变类型	手术	CT
右弓伴憩室	19	23
双弓	7	3

讨论

胎儿主动脉弓的发育过程中是由环形主动脉弓逐渐演变为单一主动脉弓。在胚胎发育的第5~7周形成6对动脉弓,第1、2、5对主动脉弓先后大部分消退,第3对主动脉弓衍化为颈动脉,第4和第6对主动脉弓构成血管环,双侧第4对主动脉弓连通,分别发出各自的锁骨下动脉和颈总动脉。主动脉憩室系第四原始背弓未能退化消失而持续残留所形成。原始血管环吸收退化的部位在锁骨下动脉与颈总动脉之间时,形成迷走锁骨下动脉,其起始部与降主动脉连接处增宽膨大,形成 Kommerell 憩室(KD)^[1-4,6]。KD与锁骨下动脉移行处有动脉导管韧带与肺动脉相连。一般认为,锁骨下动脉起始部膨大处的直径大于相邻锁骨下动脉直径的1.5倍时才能诊断为KD,如果小于这个比例,就称为迷走锁骨下动脉^[3,7-8];当原始血管环吸收退化发生在锁骨下动脉与降主动脉之间,并在降主动脉端

残留憩室样结构,其顶端连接动脉导管韧带,称导管憩室(DD)^[1,5,6,9]。主动脉憩室属于完全型血管环中的一部分,由主动脉弓、主动脉憩室及主动脉弓对侧的动脉导管韧带/动脉导管形成完整的血管环结构^[6,8]。

Salomonowitz等^[5]将主动脉憩室分为3型:①左位主动脉弓、主动脉憩室伴迷走右锁骨下动脉;②右位主动脉弓、主动脉憩室伴迷走左锁骨下动脉;③导管憩室。其中第1、2型为KD。有学者认为KD可以不伴有迷走锁骨下动脉^[10-11]。但也有学者认为这种不伴有迷走锁骨下动脉的动脉憩室,不应归类为KD,而应属于Salomonowitz分型中的第3型(导管憩室)^[1,5,6,9]。本组病例按照Salomonowitz分型进行分类,其中右弓伴KD为46例(46/87),左弓伴KD仅1例(1/87),导管憩室40例(40/87),此类患者中右弓29例、左弓8例、双弓3例。本研究中以右弓伴主动脉憩室的患者最多见,与文献报道基本一致^[1,6,8]。

血管环对其环绕的内部结构产生压迫,临床症状轻重取决于其压迫的程度。血管环较松的患儿临床症状轻或没有症状。血管环比较紧的患者发病时间早且症状明显,新生儿期就可出现症状^[12]。本组中有1例28天的患儿,生后即出现呼吸道症状。婴幼儿及儿童期呼吸道症状表现为呼吸困难、喘鸣和慢性咳嗽等。因为气管软化,儿童比成人呼吸道症状更多见^[1]。儿童主动脉憩室导致食道受压的相关症状较少,且程度较轻,本组患者中仅5例(5/87)有明确的食道受压症

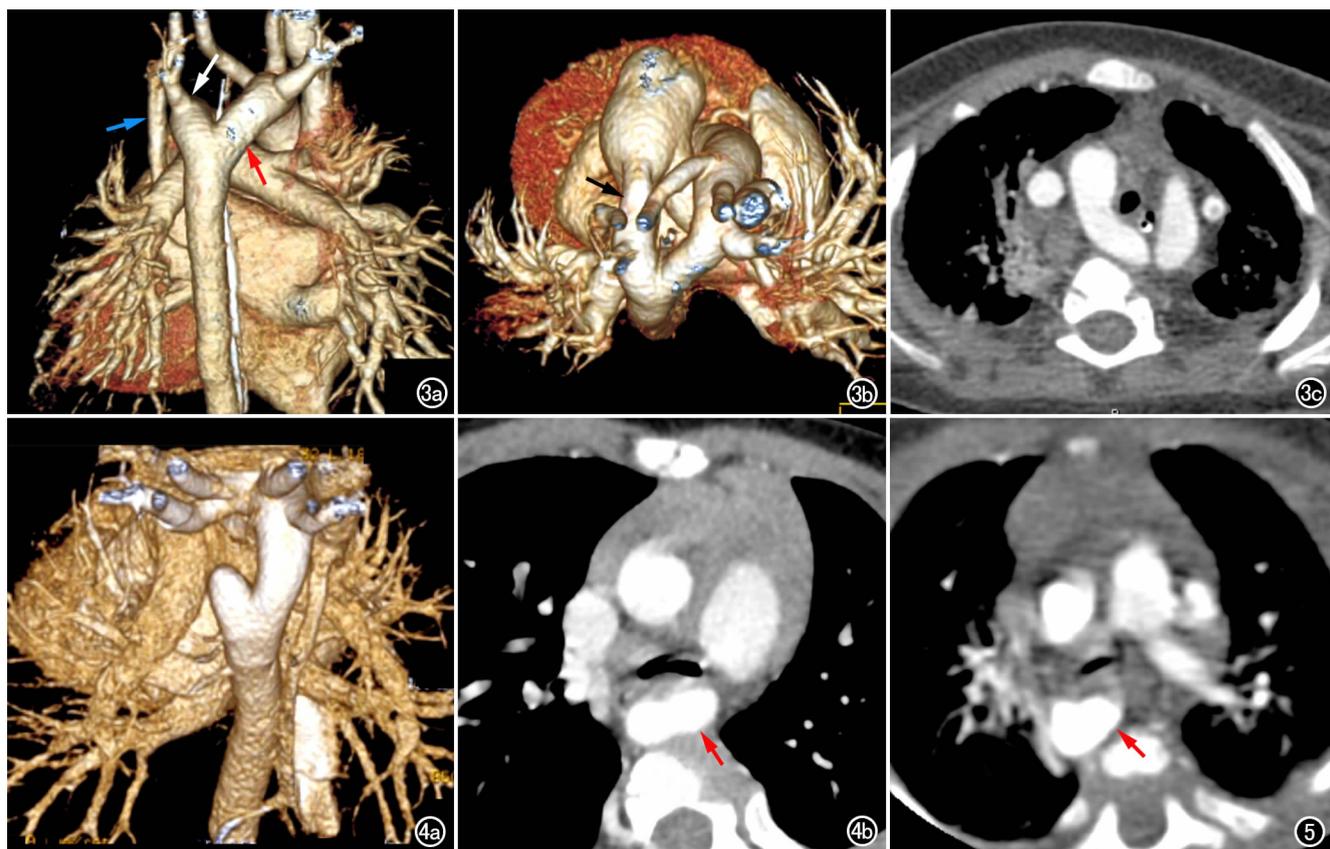


图3 男,9个月,因发热、烦躁和喘息3天入院,右弓左降伴左侧KD及左侧粗大PDA。a) VR重组图像(背侧观),显示主动脉呈右弓左降表现,移行至脊柱左侧时向前上发出KD(红箭),伴迷走左锁骨下动脉(白箭),同时伴有永存左上腔静脉(蓝箭);b) VR重组图像(上方观),显示左侧粗大的动脉导管(黑箭);c) 横轴面CTA图像,显示气管受压、变窄,食管受压向左前方移位。图4 男,3岁,因生后反复咳嗽、喘息入院。双主动脉弓、左弓闭锁伴DD。a) VR重组图像(背侧观),显示双侧主动脉弓上血管对称分布,左弓闭锁,憩室位于主动脉远端的弓降部;b) 横轴面CTA图像,显示憩室位于气管和食管后方(红箭),憩室附近的气管受压变扁,局部食管内未见气体影。图5 女,28天,因出生后即出现面色青紫、气促和纳差入院。横轴面CTA图像,显示主动脉呈右弓右降,弓降部发出憩室(箭),局部气道明显受压变扁。

状,均为婴幼儿,表现为喂养困难和呛奶。健康婴幼儿发生呛奶也很常见,因此主动脉憩室患儿出现呛奶的症状时容易被误认为是正常现象而被忽略。婴幼儿进食为流食或者半流食,食道受压比较显著时才会出现症状。与成人相比,大部分儿童的主动脉憩室相对偏小,也没有动脉瘤形成,所以食道受压症状不及成人明显,本组大于2岁的患儿均没有明确的吞咽困难表现。

主动脉憩室的检查方法:超声诊断不够敏感,主要用于明确有无合并心内畸形。心血管造影可明确诊断主动脉憩室分型及伴随畸形,但为有创检查,不作为常规应用。多排CT和MRI扫描均可以对主动脉弓及憩室的形态和位置提供明确的信息。但是MRI对患儿镇静要求高,检查时间长,且有呼吸道压迫的患者呼吸伪影明显,影响图像质量。多排CT检查对患儿镇静的要求比MRI低,扫描速度快,在低剂量扫描的基础上,是诊断本病的一种快速便捷的检查方法。

主动脉憩室的CT影像学表现:KD可以发生在左弓或者右弓^[1]。主动脉憩室位于主动脉弓的同侧或对侧,大部分位于同侧(本组患者右弓/右侧憩室为75/67,左弓/左憩室为9/8),位于对侧时降主动脉也移行至对侧。右位主动脉弓、主动脉憩室及动脉导管(或韧带)形成血管环结构,可以对气管和食管造成压迫^[7,13]。双主动脉弓的患者,双弓本身就形成血管环。左位主动脉弓时,因为动脉导管及韧带绝大部分位于左侧,不会形成环形结构,气道及食道受压通常是因憩室本身及移行的降主动脉(左弓右降)所致。迷走锁骨下动脉可位于食管后方(80%)、食管与气管之间(15%)或气管的前方(5%)^[14]。本组的手术患者中迷走锁骨下动脉均位于食管后方。动脉导管未闭合时,血管环显示比较直观;而当动脉导管已闭合而形成韧带时,血管环显示不完整,但局部压迫仍存在。韧带本身在常规CT图像上可能无法明确显示,但可通过韧

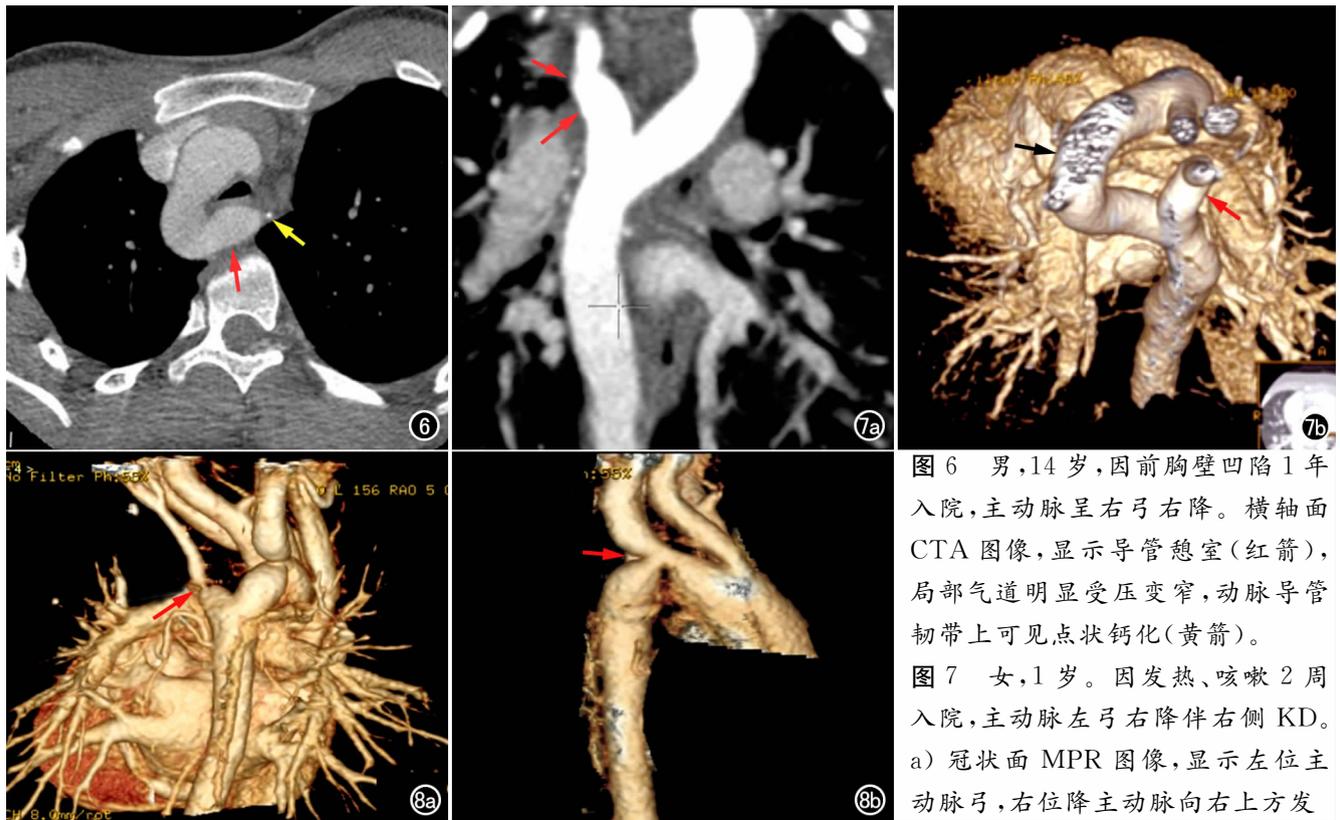


图6 男,14岁,因前胸壁凹陷1年入院,主动脉呈右弓右降。横轴面CTA图像,显示导管憩室(红箭),局部气道明显受压变窄,动脉导管韧带上可见点状钙化(黄箭)。

图7 女,1岁。因发热、咳嗽2周入院,主动脉左弓右降伴右侧KD。a) 冠状面MPR图像,显示左位主动脉弓,右位降主动脉向右上发

出KD(长箭),迷走右锁骨下动脉走行成角(短箭); b) VR图像(后上方观),显示左位主动脉弓(黑箭)与右侧KD(红箭)形成血管环结构。图8 男3个月,因流涕10天伴咳嗽4天入院,术前查体右侧上下肢血压差达20~30mmHg,对KD及主动脉缩窄进行手术治疗,术后上下肢血压差消失。主动脉弓缩窄、右弓左降伴左侧KD和迷走左锁骨下动脉。a) VR图像(背侧观),显示右弓左降,左侧KD,迷走锁骨下动脉走行略成角伴起始部狭窄(红箭); b) VR图像,显示主动脉弓缩窄(红箭),局部发出左颈总动脉,其起始部变细。

带钙化提示其存在;没有形成钙化时,间接征象有一定的提示作用,如憩室与左锁骨下动脉连接部走行僵硬并成角,甚至形成局限性狭窄,可能为动脉导管闭合过程中收缩牵拉所致。即使没有上述表现,局部气道有受压改变,也要考虑到动脉导管韧带的存在。CT对动脉导管/韧带的显示情况与手术所见不完全相符,本研究中手术患者26例,其中12例PDA,CT仅显示4例,另外8例PDA术中测量其直径为0.2~0.4cm,说明PDA很小时,CT会出现假阴性结果。与此同时,这12例患者中,3例患者CT显示有韧带钙化,提示韧带钙化并不能表示PDA完全闭合,仍可能会有细小的PDA残留。CT上如食道内含有气体,可以清楚显示局部含气中断和受压改变,但正常情况下食道内仅含少量气体或不含气,此时压迫改变无法明确显示。因为大部分患者没有明确的食道受压症状,所以未进行食道造影检查,仅1例婴儿因喂养困难伴呛奶而行上消化道造影,发现食道局部持续受压改变。

鉴别诊断:双主动脉弓和右弓伴导管憩室的检查结果与手术所见不完全相符,有4例双主动脉弓CT诊断分类归入右位主动脉弓。回顾图像发现是对双主

动脉弓一侧弓闭锁伴主动脉憩室认识不足。右位主动脉弓伴导管憩室时,主动脉弓上的3根分支与正常左弓呈镜像分布,发出顺序依次应该是左头臂动脉、右颈总动脉及右锁骨下动脉。双主动脉弓发生一侧弓(通常是左弓)闭锁时,可见一侧弓(右弓)连续,另一侧弓(左弓)中断,双弓从前向后均顺序发出颈总动脉及锁骨下动脉,即双弓上共发出4根血管、对称分布。

本组1例患儿行主动脉弓缩窄合并KD的根治术,术前检查发现右侧上、下肢的血压在收缩期存在压差,上肢血压较下肢高20~30mmHg,术后上下肢的压差消失。另1例患儿为右弓右降伴KD,术前检查发现右上肢的血压较左侧高,手术中切断动脉导管韧带,松解血管环,但没有切除憩室和移植锁骨下动脉。既往对KD伴迷走锁骨下动脉起始部狭窄的成人患者的报道中指出双上肢血压可不对称,迷走锁骨下动脉侧的血压要低于对侧。但本组中仅发现1例双侧上肢血压不对称,一方面临床上通常仅测量单侧上肢的血压,本组中仅7例患儿测量了四肢血压;另一方面,由于对本病认识不足,明确诊断后并未留意双上肢压差的问题。

主动脉憩室的治疗方法主要有两种:一种是切断动脉导管(或韧带),松解血管环,解除压迫,缓解症状,不处理憩室及迷走血管;另一种是根治手术,松解血管环,切断动脉导管(或韧带),同时切除憩室,移植迷走锁骨下动脉^[8]。有研究表明,至少50%的主动脉憩室存在血管壁的正常改变,如管壁中层坏死(甚至见于小于1岁的患儿),此类患者易发生主动脉夹层动脉瘤,甚至继发破裂^[1,15-17],所以对于有症状的患者,即使年龄偏小,也提倡根治手术,而不是仅切断动脉导管韧带,这样可以减少将来形成动脉瘤及夹层的风险^[15]。对于没有症状、系偶然发现主动脉憩室的儿童或成人,可以择期手术。

主动脉憩室的儿童和成人患者的临床表现不尽相同,影像学表现也不完全相同。成人患者多因吞咽困难或突发胸痛而就诊,影像上表现为气道、食道受压,主动脉夹层、憩室扩张形成动脉瘤或憩室内血栓等^[16,17];儿童患者则多因呼吸道症状、合并其它畸形或偶然发现,食道受压症状较少见且程度较轻,影像检查可见憩室对气管、食管有不同程度的压迫,但通常无动脉瘤、主动脉夹层及憩室内血栓等表现,但合并其它异常较多见。虽然儿童期主动脉憩室的临床症状不及成人患者严重和凶险,但是通常存在主动脉管壁的正常,发展至成人时易合并严重的并发症,所以早期诊断和治疗具有重要意义。

(注:1 mmHg=0.133 kPa)

参考文献:

- [1] Tanaka A, Milner R, Ota T. Kommerell's diverticulum in the current era: a comprehensive review [J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2015, 63(5):245-259.
- [2] Fisher RG, Whigham CJ, Trinh T. Diverticula of Kommerell and aberrant subclavian arteries complicated by aneurysms [J]. *Cardiovasc Interv Radiol*, 2005, 28(5):553-560.
- [3] Backer CL, Russell HM, Wurlitzer KC, et al. Primary resection of Kommerell diverticulum and left subclavian artery transfer [J]. *Ann Thorac Surg*, 2012, 94(5):1612-1617.
- [4] Cina CS, Althani H, Pasenau J, et al. Kommerell's diverticulum and right-sided aortic arch: a cohort study and review of the literature [J]. *J Vasc Surg*, 2004, 39(1):131-139.
- [5] Salomonowitz E, Edwards JE, Hunter DW, et al. The three types of aortic diverticula [J]. *AJR*, 1984, 142(4):673-679.
- [6] Gould SW, Rigsby CK, Donnelly LF, et al. Useful signs for the assessment of vascular rings on cross-sectional imaging [J]. *Pediatr Radiol*, 2015, 45(13):2004-2016.
- [7] Backer CL, Hillman N, Mavroudis C, et al. Resection of Kommerell's diverticulum and left subclavian artery transfer for recurrent symptoms after vascular ring division [J]. *Eur J Cardiovasc Surg*, 2002, 22(1):64-69.
- [8] Backer CL, Mongé MC, Popescu AR, et al. Vascular rings [J]. *Semin Pediatr Surg*, 2016, 25(3):165-175.
- [9] Sugimoto T, Takahashi T, Inui K, et al. Aneurysm of the ductus diverticulum in adults: the diagnostic value of three-dimensional computed tomographic scanning [J]. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg*, 2003, 51(10):524-527.
- [10] Kim KM, Cambria RP, Isselbacher EM, et al. Contemporary surgical approaches and outcomes in adults with Kommerell diverticulum [J]. *Ann Thorac Surg*, 2014, 98(4):1347-1354.
- [11] Krishnan GS, Peter WG. Vascular ring: right aortic arch, mirror image branching with Kommerell's diverticulum [J]. *Heart Lung Circ*, 2010, 19(1):56-57.
- [12] Bhat VS, Raj V. Vascular ring with a Kommerell's diverticulum: neonatal presentation with oesophageal symptoms [J]. *Indian J Med Res*, 2014, 140(1):152-153.
- [13] 邵剑波, 郑楠楠, 王芳, 等. MSCTA对先天性血管环的诊断价值 [J]. *放射学实践*, 2012, 27(11):1260-1263.
- [14] Gomes MM, Bernatz PE, Forth RJ. Arteriosclerotic aneurysm of an aberrant right subclavian artery [J]. *Dist Chest*, 1968, 54(6):549-552.
- [15] Luciano D, Mitchell J, Fraise A, et al. Kommerell diverticulum should be removed in children with vascular ring and aberrant left subclavian artery [J]. *Ann Thorac Surg*, 2015, 100(6):2293-2297.
- [16] Wong HL, Liew CJY, Poh ACC. Saccular Kommerell aneurysm, a potential pitfall on MDCT imaging: a review of imaging features and potential mimics [J]. *Eur J Radiol Open*, 2017, 11(4):89-94.
- [17] Ichikawa T, Koizumi J, Tanno K, et al. Kommerell diverticulum in adults: evaluation of routine CT examinations [J]. *Tokai J Exp Clin Med*, 2016, 41(2):65-69.

(收稿日期:2018-01-27 修回日期:2018-05-26)