

## 儿童多发性大动脉炎主动脉CT血管成像的影像特征

### CT angiography features of Takayasu arteritis in children

Wang Jia, Niu Junqiao, Li Xiaojuan, Liu Yan

引用本文:

王佳, 牛俊巧, 李晓娟, 等. 儿童多发性大动脉炎主动脉CT血管成像的影像特征[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2023, 47(9): 531-537. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202210002-00341

Wang Jia, Niu Junqiao, Li Xiaojuan, et al. CT angiography features of Takayasu arteritis in children[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2023, 47(9): 531-537. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202210002-00341

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202210002-00341>

### 您可能感兴趣的其他文章

#### Articles you may be interested in

#### 大动脉炎累及肺动脉肺通气/灌注显像一例

Takayasu's arteritis involving pulmonary artery pulmonary ventilation/perfusion: a case report

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(1): 91-93 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.01.016>

#### 急性主动脉壁间血肿的多层螺旋CT血管造影影像学表现和诊断价值

Imaging findings and clinical value of multiple-slice computed tomography angiography in acute aortic intramural hematoma

国际放射医学核医学杂志. 2017, 41(4): 258-264 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2017.04.005>

#### 肺动脉炎肺灌注一侧不显影2例

Two cases of pulmonary arteritis with pulmonary perfusion imaging unilateral absence

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(4): 389-392 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.04.016>

#### 基于PET/CT、HRCT特征的评分系统鉴别诊断孤立性肺部病变的临床研究

Clinical study on diagnosis of solitary pulmonary lesions by scoring system based on PET/CT and high-resolution computed tomography features

国际放射医学核医学杂志. 2017, 41(1): 8-14 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2017.01.002>

#### CT心脑血管一体化成像的图像质量评价

Evaluation of the image quality of integrated imaging in coronary combined with carotid and cerebrovascular computed tomography angiography

国际放射医学核医学杂志. 2018, 42(5): 389-396 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.05.001>

#### 基于CTA对肾动脉狭窄与肾动脉主干形态学特征的相关性分析

Correlation analysis between renal artery stenosis and renal artery trunk morphological features based on CT angiography

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(3): 235-241 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.03.007>

## ·临床研究·

# 儿童多发性大动脉炎主动脉CT血管成像的影像特征

王佳 牛俊巧 李晓娟 刘焱

新疆维吾尔自治区人民医院放射影像中心, 乌鲁木齐 830001

通信作者: 刘焱, Email: [1491273352@qq.com](mailto:1491273352@qq.com)

**【摘要】目的** 探讨儿童多发性大动脉炎(TA)主动脉CT血管成像(CTA)的影像特征及临床价值。**方法** 回顾性分析2016年1月至2022年9月新疆维吾尔自治区人民医院收治的11例TA患儿的临床资料、影像资料及实验室检查结果。男患儿1例、女患儿10例(青春期末女童8例), 年龄(14.3±3.7)岁, 病程(24.3±37.9)个月。所有患儿均行胸腹部CT平扫、主动脉CTA及其后处理检查, 包括多平面重建、最大密度投影、容积再现和曲面重建。分析儿童TA的影像特征, 判断Numano分型, 观察主动脉及其分支、肺动脉受累的范围和程度, 管壁(增厚、钙化、高密度环征、低密度环征、不均匀强化)、管腔(狭窄、扩张、正性重塑)及血管周围脂肪组织情况。**结果** 11例TA患儿中, 活动期9例(81.8%, 9/11), 并发高血压10例(90.9%, 10/11), 伴发全身症状5例(45.5%, 5/11), 伴心脏症状4例(36.4%, 4/11), 伴中枢神经系统症状3例(27.3%, 3/11), 其中1例并发高血压脑病(9.1%, 1/11)。C反应蛋白升高、血红蛋白减低各5例(45.5%, 5/11), 红细胞沉降率、白细胞计数和血小板计数升高各4例(36.4%, 4/11)。Numano分型最常见的为IV、V型, 共10例(90.9%, 10/11), 降主动脉受累11例(100%, 11/11), 肾动脉受累10例(90.9%, 10/11), 主动脉弓及其分支受累5例(45.5%, 5/11), 肺动脉受累2例(18.2%, 2/11)。11例(100%, 11/11)TA患儿CT平扫管壁密度均增高, 呈高密度环征。9例(81.8%, 9/11)活动期患儿有血管周围脂肪组织浑浊, 3例(27.3%, 3/11)管壁钙化。11例患儿CTA中主动脉及其分支均有弥漫性、多节段受累, 管壁均增厚(3.1±0.9)mm并伴有不均匀强化。8例(72.7%, 8/11)壁内层呈低密度环征。主动脉分支中肾动脉狭窄发生率最高(90.9%, 10/11), 2例(18.3%, 2/11)肺动脉受累管腔均狭窄和(或)闭塞, 4例主动脉扩张(36.4%, 4/11)。**结论** 主动脉CTA可清晰显示主动脉及其分支、肺动脉, 全面显示受累血管的情况。分析儿童TA的CTA影像特征, 对该病的筛查、诊断及评估具有重要意义。

**【关键词】** Takayasu 动脉炎; 儿童; 主动脉; 体层摄影术, X线计算机

**基金项目:** 新疆维吾尔自治区自然科学基金(2019D01C153); 新疆维吾尔自治区人民医院院内基金(20190314)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202210002-00341](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202210002-00341)

## CT angiography features of Takayasu arteritis in children

Wang Jia, Niu Junqiao, Li Xiaojuan, Liu Yan

Radiographic Imaging Center, People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830001, China

Corresponding author: Liu Yan, Email: [1491273352@qq.com](mailto:1491273352@qq.com)

**【Abstract】Objective** To explore the imaging characteristics and clinical value of CT angiography (CTA) of the aorta in children with Takayasu arteritis (TA). **Method** We conducted a retrospective analysis of clinical data, imaging data, and laboratory examination results of 11 children with TA admitted to People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region from January 2016 to September 2022. The patients comprised 1 male and 10 females (8 adolescent girls). The age was (14.3±3.7) years. The course of the disease was (24.3±37.9) months. All children underwent chest and abdominal CT plain scan, aortic CTA, and post-processing examination, including multi-plane

reconstruction, maximum density projection, volume reconstruction, and surface reconstruction. The imaging features of pediatric TA were analyzed, and the Numano classification was determined. Moreover, we observed the extent and degree of involvement of the aorta, branches, and pulmonary arteries, as well as the wall (thickening, calcification, high-density ring sign, low-density ring sign, and uneven enhancement), lumen (stenosis, dilation, and positive remodeling), and perivascular adipose tissue. **Result** Among the 11 children with TA, 9 were in the active phase (81.8%, 9/11), 10 were complicated with hypertension (90.9%, 10/11), 5 were accompanied with systemic symptoms (45.5%, 5/11), 4 were accompanied with cardiac symptoms (36.4%, 4/11), and 3 were accompanied with central nervous system symptoms (27.3%, 3/11), of which 1 case was complicated with hypertensive encephalopathy (9.1%, 1/11). There were 5 cases of elevated C-reactive protein and 5 cases of decreased hemoglobin (45.5%, 5/11), and there were 4 cases of elevated red blood cell sedimentation rate, white blood cell count, and platelet count (36.4%, 4/11). The most common types of Numano classification were IV and V, with a total of 10 cases (90.9%, 10/11); 11 cases (100%, 11/11) involved the descending aorta, 10 cases (90.9%, 10/11) involved the renal artery, 5 cases (45.5%, 5/11) involved the aortic arch and its branches, and 2 cases (18.2%, 2/11) involved the pulmonary artery. All 11 cases (100%, 11/11) of TA children showed increased wall density on CT plain scan, presenting as a high-density ring sign, and 3 cases (27.3%, 3/11) had wall calcification. Nine cases (81.8%, 9/11) of active children had perivascular adipose tissue opacity. In all 11 cases of CTA, the aorta and its branches were diffusely and multi-segmentally involved, with thickening of the wall ( $3.1\pm 0.9$ ) mm and uneven enhancement. Eight cases (72.7%, 8/11) showed a low-density ring sign in the inner wall. Renal artery stenosis in the aortic branches had the highest incidence (90.9%, 10/11), with 2 cases (18.3%, 2/11) of pulmonary artery involvement with stenosis and/or occlusion of the lumen and 4 cases of aortic dilation (36.4%, 4/11). **Conclusions** Aortic CTA can clearly display the aorta and its branches and pulmonary arteries. It can also comprehensively display the situation of affected blood vessels. Analyzing the CTA imaging features of children with TA is of great significance for the screening, diagnosis, and evaluation of the disease.

**【 Key words 】** Takayasu arteritis; Child; Aorta; Tomography, X-ray computed

**Fund programs:** National Natural Science Foundation of Xinjiang Uygur Autonomous Region (2019D01C153); Hospital Foundation of People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region (20190314)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202210002-00341](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202210002-00341)

多发性大动脉炎(Takayasu arteritis, TA)是累及主动脉及其主要分支的慢性、进展性、非特异性、肉芽肿性大血管炎,少数累及肺动脉、冠状动脉,是儿童大血管炎最常见的类型。目前,国内儿童TA的报道较少见,病理早期血管外膜大量炎症细胞浸润和纤维化并逐渐累及全层,进而导致管壁增厚、僵硬、顺应性下降,管腔狭窄、闭塞、瘤样扩张甚至出现夹层<sup>[1]</sup>。儿童TA较为罕见、起病隐匿、异质性大,因此诊断难度大。TA的诊断主要基于临床症状、体征、实验室检查指标和影像特征,主动脉CT血管成像(CT angiography, CTA)在显示血管受累范围、程度和管壁、管腔情况中具有很大优势。本研究收集11例TA患儿的影像资料,分析、归纳其影像特点,以提高临床医师对该

病的筛查率、诊断准确率,使患儿得到及时、有效的治疗。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析2016年1月至2022年9月新疆维吾尔自治区人民医院收治的11例TA患儿的临床资料、影像资料及实验室检查结果。男患儿1例、女患儿10例(青春期女童8例),年龄( $14.3\pm 3.7$ )岁,病程( $24.3\pm 37.9$ )个月。

纳入标准:(1)临床诊断为TA;(2)所有患儿均行胸腹部CT平扫和主动脉CTA检查;(3)图像质量满足诊断需求。排除标准:(1)影像资料不全;(2)年龄>18岁。

TA 的诊断标准(参考 2010 年欧洲抗风湿联盟/欧洲儿童风湿学会/儿童风湿病国际试验组织联合颁布的适用于 18 岁以下的儿童大动脉炎的诊断标准<sup>[2]</sup>): (1) 外周动脉搏动减弱, 伴或不伴间歇性跛行; (2) 双侧上肢收缩压差 >10 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa); (3) 大动脉和(或)其主要分支听诊区可闻及血管杂音; (4) 高血压; (5) 红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR) 和 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP) 水平均升高。满足主动脉或其分支的影像检查结果异常, 同时至少伴有以下 5 条诊断标准中的 1 条即可诊断该病。TA 活动性评估(参考美国国立卫生研究院提出的 Kerr 评分标准<sup>[3]</sup>): (1) 发病时可能有全身症状, 如发热、肌肉痛; (2) ESR 增快; (3) 受累血管有缺血和炎症表现, 如患肢间歇性跛行、动脉搏动减弱和(或)消失、血管杂音、血管痛、上肢或下肢血压不对称; (4) 血管造影或血管成像异常。Kerr 评分 ≥2 分评估为病变有活动性, ≤1 分评估为病变无活动性。

本研究符合《赫尔辛基宣言》的原则。所有患儿家属均于检查前签署了知情同意书。

### 1.2 影像检查和评价

11 例患儿均行 CTA 和胸腹部 CT 平扫检查, 其中 5 例行主动脉延迟增强 CT 扫描。均使用德国西门子公司第 2 代双源 CT(型号 SOMATOM Definition Flash) 扫描仪, 患儿取仰卧位, 扫描范围自颅底至髂前上棘水平。扫描参数: 管电压 100~120 kV、管电流为自动调节选择、球管转速 0.28 s/周、螺距 1.2、准直器宽度 128×0.6 mm、扫描方向为头尾方向。静脉注射碘普罗胺注射液(德国拜耳公司, 370 mg/ml), 注射剂量为 1.5 ml/kg, 注射速率为 2.5 ml/s, 自动触发扫描模式(ROI 置于升主动脉近端层面, 检测阈值 100 HU), 动脉期扫描于达阈值 6 s 后进行, 静脉期扫描于注射对比剂 90 s 后进行。对原始图像进行薄层重建, 图像重建参数: 层厚 0.625 mm、层间距 0.4 mm, 采用平滑软组织重建算法, 卷积核 B26f。图像传至西门子 Syngo.via 后处理工作站, 行多平面重建、最大密度投影、容积再现和曲面重建。由 2 名具有 5 年以上工作经验的放射科副主任医师阅片, 意见不统一时由主任医师审阅、科室内讨论达成一致。

采集并记录 TA 患儿的影像特征, 包括 Numano

分型<sup>[4]</sup>, 主动脉及其分支、肺动脉受累的范围和程度, 管壁(增厚、钙化、高密度环征、低密度环征<sup>[5]</sup>、不均匀强化)、管腔(狭窄、扩张、正性重塑)及血管周围脂肪组织情况。其中 TA 的 Numano 分型为 I~V 型, I 型累及主动脉弓及弓上分支; II 型分为 II a、II b 亚型, 其中 II a 亚型累及升主动脉、主动脉弓及其分支, II b 亚型累及升主动脉、主动脉弓及其分支和胸降主动脉; III 型累及胸降主动脉、腹主动脉和(或)肾动脉; IV 型仅累及腹主动脉和(或)肾动脉; V 型为 II b+IV 型。

## 2 结果

### 2.1 TA 患儿的临床资料和实验室检查结果

由表 1 可知, 9 例(81.8%)TA 患儿为活动期; 5 例(45.5%)伴全身症状; 10 例(90.9%)并发高血压; 6 例(54.5%)伴血管症状; 4 例(36.4%)伴心脏症状, 均有心功能不全和心脏瓣膜返流其中 1 例有扩张性心肌病; 3 例(27.3%)伴中枢神经系统症状, 其中 1 例并发高血压脑病(9.1%)(图 1)。

表 1 11 例多发性大动脉炎患儿的临床资料和实验室检查结果

Table 1 Clinical data and laboratory examination results of 11 children with Takayasu arteritis

项目	例数(%)	统计值( $\bar{x} \pm s$ )
活动期	9(81.8)	-
全身症状(发热、乏力、食欲不振、肌肉痛、关节痛、体重减轻、皮疹等)	5(45.5)	-
高血压	10(90.9)	-
中枢神经系统症状(癫痫、晕厥、头晕)	3(27.3)	-
血管症状[血管杂音、动脉搏动减弱和(或)消失、肢体血压差]	6(54.5)	-
心脏症状(心功能不全、扩张性心肌病、心脏瓣膜反流)	4(36.4)	-
胸痛	1(9.1)	-
ESR	4(36.4)	(27.55±24.45) mm/h
CRP	5(45.5)	(24.14±47.20) mg/L
WBC	4(36.4)	(7.84±3.04)×10 <sup>9</sup> 个/L
RBC	0	(4.45±0.40)×10 <sup>12</sup> 个/L
Hb	5(45.5)	(113.09±19.34) g/L
PLT	4(36.4)	(339.73±110.13)×10 <sup>9</sup> 个/L

注: -表示无此项数据。ESR 为红细胞沉降率(正常值为 0~20.00 mm/h); CRP 为 C 反应蛋白(正常值为 0~8.00 mg/L); WBC 为白细胞计数(正常值为 3.50×10<sup>9</sup>~9.50×10<sup>9</sup> 个/L); RBC 为红细胞计数(正常值为女患儿 4.30×10<sup>12</sup>~5.00×10<sup>12</sup> 个/L、男患儿 0~5.50×10<sup>12</sup> 个/L); Hb 为血红蛋白(正常值为 110.00~160.00 g/L); PLT 为血小板计数(正常值为 100.00×10<sup>9</sup>~300.00×10<sup>9</sup> 个/L)



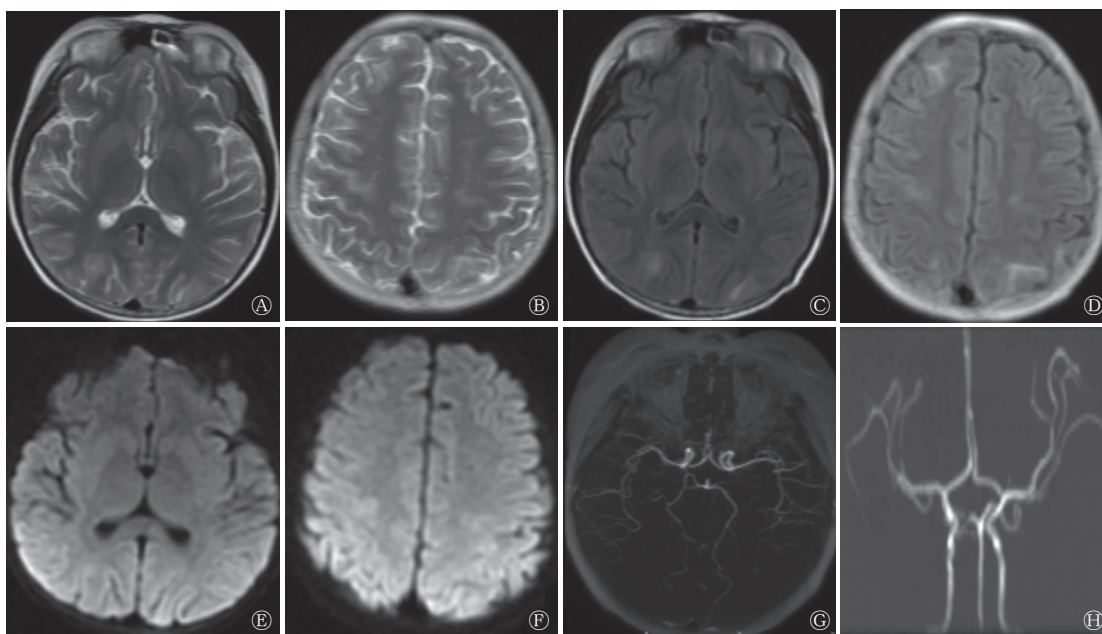


图1 TA并发高血压脑病患儿(女, 9岁)大脑的MRI图 A、B为T2加权成像横断面图, 示双侧额顶枕叶多发对称性斑片状高信号; C、D为T2压水横断面图, 示病变区域呈高信号; E、F为弥散加权成像横断面图, 示病变区域无弥散受限; G、H为大脑血管MRI图, 示脑动脉未见明显狭窄和(或)闭塞征象。TA为多发性大动脉炎; MRI为核磁共振成像

Figure 1 MRI imagings of brain in children (female, 9 years old) with Takayasu arteritis complicated with hypertensive encephalopathy

CRP升高、血红蛋白减低各5例(45.5%), ESR、WBC和血小板计数升高各4例(36.4%)。

## 2.2 TA患儿的CT影像特征

由表2可知, Numano分型最常见的为IV、V型, 共10例(90.9%), 11例(100%)降主动脉受累, 10例(90.9%)肾动脉受累, 5例(45.5%)主动脉弓及其分支受累, 2例(18.2%)肺动脉受累。11例(100%)TA患儿CT平扫管壁密度均增高, 呈高密度环征(图2A)。9例(81.8%)活动期患儿有血管周围脂肪组织浑浊, 3例(27.3%)管壁钙化(图2B)。11例(100%)TA患儿的CTA中主动脉及其分支均有弥漫性、多节段受累, 管壁均增厚(3.1±0.9)mm并伴有不均匀强化(图2C), 8例(72.7%)壁内层呈低密度环征(图2D)。主动脉分支中肾动脉受累导致的肾动脉狭窄发生率最高(图2E), 2例(18.3%)肺动脉受累管腔均狭窄和(或)闭塞(图2F、2G), 4例(36.4%)主动脉扩张(图2H)。

## 3 讨论

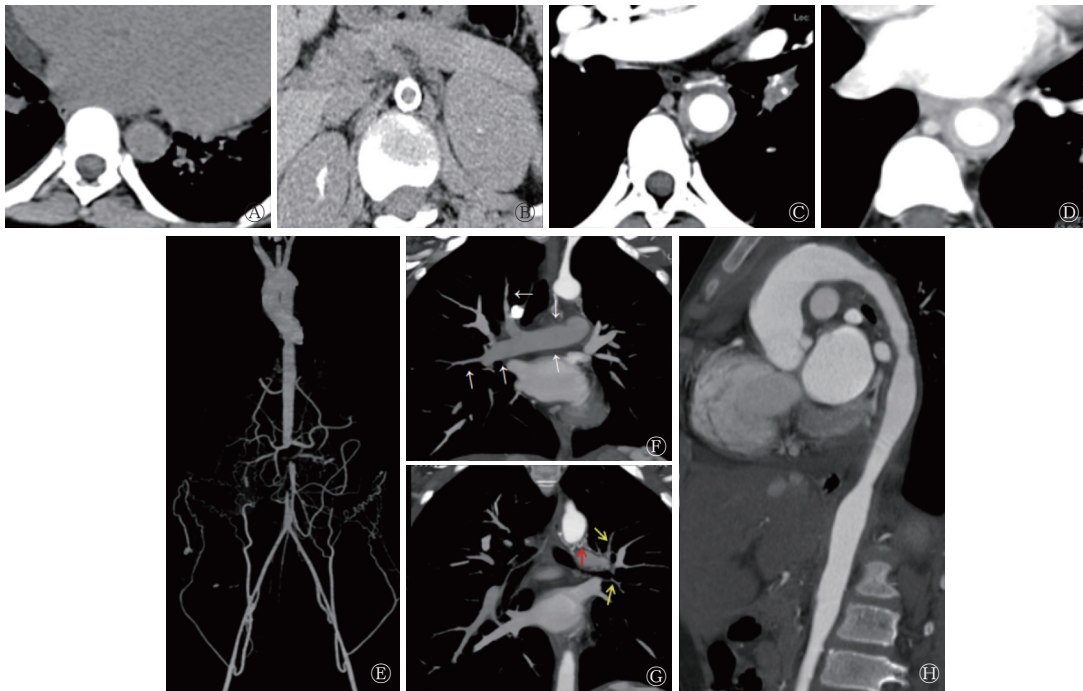
TA最常见于亚洲青年女性, 东亚地区患病率为28~40/10万人<sup>[6]</sup>。儿童发病少见, 约占TA患者的6%<sup>[7]</sup>。儿童TA多见于青春期女童<sup>[8]</sup>, 这是由于

表2 11例TA患儿的CT影像特征及其测量结果

Table 2 CT imaging characteristics and measurement results of 11 children with Takayasu arteritis

项目	例数(%)	统计值( $\bar{x} \pm s$ )
Numano分型		
I	0	-
II	0	-
III	1(9.1)	-
IV	5(45.5)	-
V	5(45.5)	-
降主动脉受累	11(100)	-
主动脉弓及其分支受累	5(45.5)	-
肾动脉受累	10(90.9)	-
肺动脉受累	2(18.2)	-
管壁钙化	3(27.3)	-
高密度环征	11(100)	-
管壁增厚	11(100)	(3.1±0.9) mm
管壁不均匀强化	11(100)	-
低密度环征	8(72.7)	-
主动脉管腔狭窄	10(90.9)	(62±29)%
分支管腔狭窄	11(100)	(87±21)%
主动脉正性重塑	2(18.2)	-
分支正性重塑	1(9.1)	-
主动脉扩张	4(36.4)	(123±40)%
分支扩张	0	-
血管周围脂肪组织浑浊	9(81.8)	-

注: -表示无此项数据。TA为多发性大动脉炎; CT为计算机断层摄影术



**图2** TA患儿的CT影像特征 A为胸部横断面CT平扫图(女, 11岁), 示降主动脉管壁密度增高呈高密度环征; B为腹部横断面CT平扫图(女, 17岁), 示腹主动脉管壁环形钙化伴管腔缩窄; C、D为CTA检查及增强CT延迟期扫描图(女, 17岁), 示胸降主动脉成像管壁增厚伴不均匀强化, 管壁随时间延迟强化趋于均匀, 管壁内层呈低密度环征; E为主动脉CTA的容积再现图(女, 14岁), 示腹主动脉、肠系膜上动脉及双肾动脉闭塞伴大量侧枝开放; F、G为胸主动脉冠状面最大密度投影图(女, 12岁), 示右肺动脉及分支显示清晰(白箭头), 左肺动脉远端及分支狭窄和(或)闭塞(黄箭头), 左侧支气管动脉增粗(红箭头); H为主动脉矢状面多平面重建图(女, 12岁), 示主动脉窦、升主动脉、主动脉弓扩张, 降主动脉狭窄、扩张交替出现。TA为多发性大动脉炎; CT为计算机断层摄影术; CTA为CT血管成像

**Figure 2** CT imaging features of children with Takayasu arteritis

该病发病与激素水平相关, 而青春期女童内分泌不平衡最为显著。儿童TA常导致器官缺血性功能障碍, 具有潜在生命危险<sup>[9]</sup>, 多数患儿因缺乏或不能准确表达症状而延误病情。本研究中仅5例患儿有全身症状, 多表现为头痛、乏力; 仅1例发热, 故儿童TA症状发生率或获取性低导致诊疗难度增大。本研究中6例闻及病变区血管杂音、肢体脉搏搏动不对称或减弱, 部分血管中重度狭窄或闭塞的患儿未能闻及血管杂音, 而部分轻度血管狭窄却闻及杂音, 故血管的狭窄程度与无血管杂音、杂音强度并非完全相关。本研究中仅有4例患儿的ESR和5例患儿的CRP升高, 实验室炎症指标阳性率低。由此可见, 临床症状、体征和实验室检查结果都无法准确的判断该病, 该病主要诊断标准就是通过影像特征证实其具有主动脉及其分支病变。双源CT主动脉具有成像禁忌证少、空间分辨率高、超快速扫描、低辐射剂量、低造影剂剂量等优势, 可一站式成像获得主动脉、冠状动脉及肺动脉影像<sup>[10]</sup>, 并可全面评估TA累及的范围、程度及管

壁、管腔、血管周围情况。

Stringer等<sup>[11]</sup>的研究结果显示, TA患儿的症状主要以血压升高为主, 本研究中10例患儿罹患高血压, 这些患儿常被高血压科、心血管外科收治, 致该病误诊率高。免疫炎症介导导致的血管壁增厚、重构、顺应性下降是TA相关性高血压的主要发病机制, 本研究中的11例患儿均有血管壁增厚。其次, 主动脉、肾动脉狭窄导致肾脏血流量减少, 从而激活肾素-血管紧张素-醛固酮系统, 导致水钠潴留和血压升高, 肾脏灌注不足引起肾实质缺血、肾单位丧失引起血压升高。本研究罹患高血压的患儿均有降主动脉和(或)肾动脉中、重度狭窄甚至闭塞。TA相关高血压的发病机制复杂, 难治比例高, 导致心、脑、肾等靶器官不良事件发生率高<sup>[12]</sup>。本研究中4例患儿伴心功能不全, 1例患儿伴高血压脑病, 1例患儿伴左侧基底节(大脑中动脉外侧豆纹动脉)脑梗死。主动脉CTA不仅可评价血管情况, 还可评估扫描范围内的脏器情况, 为临床提供更多、更全面的诊断信息。

本研究中 Numano 分型的IV、V型最多,共10例。通过CTA全面评估血管累及范围,准确分型,可为临床的预后评估提供有力依据。本研究中11例患儿的CT平扫图像显示,病变段主动脉及其分支管壁均有密度增高且呈高密度环征,这为CT平扫检查提高TA的筛查率提供了有效的诊断依据。主动脉壁内血肿亦表现为管壁增厚并密度增高,但其形态为新月形,与该病环形高密度相鉴别。本研究中2例管壁钙化为非活动期,其中1例呈透壁性环形钙化并伴管腔缩窄,Gao等<sup>[13]</sup>认为此征象为非活性慢性期TA的特征表现,与主动脉粥样硬化的内膜钙化不同,提示TA不可逆管腔狭窄的慢性阶段。9例活动期TA患儿均有血管周围脂肪组织浑浊、渗出。有研究者提出血管周围脂肪组织可分泌多种炎症细胞因子、脂肪因子,可通过炎症调控、新生血管形成和影响血管收缩性等参与各种血管疾病的发生与进展,甚至可作为大动脉疾病治疗的潜在靶点<sup>[14-16]</sup>。Vaideeswar和Deshpande<sup>[17]</sup>的研究结果显示,血管外膜和外膜周围纤维化是TA与其他主动脉炎症病变的鉴别点。本研究中11例患儿均伴有血管壁增厚,病变段主动脉壁平均厚度为(3.1±0.9)mm,正常主动脉壁厚度<1mm且在CT图像上无法辨识,当儿童主动脉管壁增厚且可辨识时,要考虑到TA的诊断。除管壁增厚外,管壁动脉期明显不均匀强化,高强度区域与血管炎症反应致新生血管形成有关<sup>[18]</sup>,4例患儿行延迟期扫描,管壁强化随延迟扫描趋于均匀,这与Chen等<sup>[5]</sup>的研究结果相似。8例活动期TA患儿CT横断面上管壁内层出现低密度环征,Restrepo等<sup>[19]</sup>认为低密度环征是增厚内膜和薄层血栓,而炎症活跃、增厚的中外膜明显强化,呈现特征性双环征。本研究中5例TA患儿得到有效治疗后复查血管周围脂肪组织发现浑浊情况好转,管壁增厚同样得到缓解,管壁强化幅度减低,以上观测指标可作为TA活动性、疗效评估的有效方法。

综上所述,儿童TA的CTA对受累血管定位、定性准确,表现为病变段管壁不同程度增厚伴不均匀强化,延迟强化并趋于均匀,活动性管壁增厚、强化明显,低密度环征被认为是TA的活动性特征。关注CT平扫管壁高密度环征、血管周围脂肪组织浑浊情况,可以提高TA筛查率。血管周围脂肪组织浑浊亦可提示TA活动性。影像随诊管壁厚

度、强化幅度及血管周围脂肪组织浑浊与否对病情、预后有重要作用。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 王佳负责命题的提出、研究的设计、论文的撰写;牛俊巧负责研究工作的开展、数据的统计分析;李晓娟负责数据的收集、整理与分析;刘焱负责研究命题的提出与设计、论文的审阅

## 参 考 文 献

- [1] 韩云霞,温晓婷,胡君萍,等.大动脉炎发病机制的研究进展[J].中华风湿病学杂志,2022,26(2):120-123. DOI: 10.3760/cma.j.cn141217-20210226-00077.  
Han YX, Wen XT, Hu JP, et al. Research progress on the pathogenesis of takayasu arteritis[J]. Chin J Rheumatol, 2022, 26(2): 120-123. DOI: 10.3760/cma.j.cn141217-20210226-00077.
- [2] Ozen S, Pistorio A, Iusan SM, et al. EULAR/PRINTO/PRES criteria for Henoch-Schönlein purpura, childhood polyarteritis nodosa, childhood Wegener granulomatosis and childhood Takayasu arteritis: Ankara 2008. Part II: final classification criteria[J]. Ann Rheum Dis, 2010, 69(5): 798-806. DOI: 10.1136/ard.2009.116657.
- [3] Kerr GS, Hallahan CW, Giordano J, et al. Takayasu arteritis[J]. Ann Intern Med, 1994, 120(11): 919-929. DOI: 10.7326/0003-4819-120-11-199406010-00004.
- [4] Li TT, Du J, Gao N, et al. Numano type V takayasu arteritis patients are more prone to have coronary artery involvement[J]. Clin Rheumatol, 2020, 39(11): 3439-3447. DOI: 10.1007/s10067-020-05123-2.
- [5] Chen BJ, Wang XM, Yin WH, et al. Assessment of disease activity in takayasu arteritis: a quantitative study with computed tomography angiography[J]. Int J Cardiol, 2019, 289: 144-149. DOI: 10.1016/j.ijcard.2019.04.086.
- [6] 姜林娣,马莉莉,薛愉,等.大动脉炎诊疗规范[J].中华内科杂志,2022,61(5):517-524. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20211120-00831.  
Jiang LD, Ma LL, Xue Y, et al. Recommendations of diagnosis and treatment of takayasu's arteritis in China[J]. Chin J Intern Med, 2022, 61(5): 517-524. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20211120-00831.
- [7] 马帅,闫清淳,王新宁,等.儿童多发性大动脉炎肺动脉受累影像学特点[J].中华放射学杂志,2020,54(7):655-659. DOI: 10.3760/cma.j.cn112149-20190812-00680.  
Ma S, Yan YC, Wang XN, et al. Imaging features of pulmonary artery involvement in takayasu arteritis in children[J]. Chin J Radiol, 2020, 54(7): 655-659. DOI: 10.3760/cma.j.cn112149-20190812-00680.
- [8] Novikov PI, Smitienko IO, Sokolova MV, et al. Certolizumab pegol in the treatment of takayasu arteritis[J]. Rheumatology, 2018, 57(12): 2101-2105. DOI: 10.1093/rheumatology/key197.
- [9] 屠志强,李晓忠.儿童危重多发性大动脉炎的诊治进展[J].中



- 国小儿急救医学, 2020, 27(5): 336-340. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2020.05.004.
- Tu ZQ, Li XZ. Advance on diagnosis and treatment of children with severe takayasu arteritis[J]. *Chin Pediatr Emerg Med*, 2020, 27(5): 336-340. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2020.05.004.
- [10] 李雪, 王照谦, 杨志强, 等. 双源 CT 心电门控与非门控 Flash 扫描主动脉成像的对照研究[J]. *临床放射学杂志*, 2018, 37(5): 869-873. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2018.05.039.
- Li X, Wang ZQ, Yang ZQ, et al. Comparison of non-ECG-gated and gated flash mode of dual-source CT in aorta angiography [J]. *J Clin Radiol*, 2018, 37(5): 869-873. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2018.05.039.
- [11] Seringe Akkececi N, Yildirim Cetin G, Gogebakan H, et al. The C-reactive protein/albumin ratio and complete blood count parameters as indicators of disease activity in patients with takayasu arteritis[J]. *Med Sci Monit*, 2019, 25: 1401-1409. DOI: 10.12659/MSM.912495.
- [12] 大动脉炎相关高血压诊治多学科共识中国专家组. 中国大动脉炎相关高血压诊治多学科专家共识[J]. *中华风湿病学杂志*, 2021, 25(5): 289-295. DOI: 10.3760/cma.j.cn141217-20201221-00488.
- Chinese Multidisciplinary Expert Task Force on TARH. Chinese multidisciplinary consensus on the diagnosis and treatment of takayasu's arteritis-related hypertension[J]. *Chin J Rheumatol*, 2021, 25(5): 289-295. DOI: 10.3760/cma.j.cn141217-20201221-00488.
- [13] Gao W, Gong JN, Guo XJ, et al. Value of <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography in the evaluation of pulmonary artery activity in patients with takayasu's arteritis[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2021, 22(5): 541-550. DOI: 10.1093/ehjci/jeaa229.
- [14] 俞文溯, 姜林娣. 血管周围脂肪组织参与大动脉炎发病机制探讨[J]. *中华风湿病学杂志*, 2020, 24(10): 686-689. DOI: 10.3760/cma.j.c141217-20200210-00048.
- Yu WS, Jiang LD. Exploration of the involvement of perivascular adipose tissue in the pathogenesis of takayasu arteritis[J]. *Chin J Rheumatol*, 2020, 24(10): 686-689. DOI: 10.3760/cma.j.c141217-20200210-00048.
- [15] Ye MQ, Ruan CC, Fu MX, et al. Developmental and functional characteristics of the thoracic aorta perivascular adipocyte[J]. *Cell Mol Life Sci*, 2019, 76(4): 777-789. DOI: 10.1007/s00018-018-2970-1.
- [16] Akoumianakis I, Tarun A, Antoniadis C. Perivascular adipose tissue as a regulator of vascular disease pathogenesis: identifying novel therapeutic targets[J]. *Br J Pharmacol*, 2017, 174(20): 3411-3424. DOI: 10.1111/bph.13666.
- [17] Vaideeswar P, Deshpande JR. Pathology of takayasu arteritis: a brief review[J]. *Ann Pediatr Cardiol*, 2013, 6(1): 52-58. DOI: 10.4103/0974-2069.107235.
- [18] Khandelwal N, Kalra N, Garg MK, et al. Multidetector CT angiography in takayasu arteritis[J]. *Eur J Radiol*, 2011, 77(2): 369-374. DOI: 10.1016/j.ejrad.2009.08.001.
- [19] Restrepo CS, Ocazonez D, Suri R, et al. Aortitis: imaging spectrum of the infectious and inflammatory conditions of the aorta[J]. *Radiographics*, 2011, 31(2): 435-451. DOI: 10.1148/rg.312105069.

(收稿日期: 2022-10-08)



· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 常见基金项目的英文名称

- 国家自然科学基金: National Natural Science Foundation of China
- 国家自然科学基金面上项目: General Program of National Natural Science Foundation of China
- 国家自然科学基金重点项目: Key Program of National Natural Science Foundation of China
- 国家自然科学基金重大研究计划项目: Major Research Plan of the National Natural Science Foundation of China
- 国家自然科学基金国际合作与交流项目: NSFC Projects of International Cooperation and Exchanges
- 国家杰出青年科学基金: National Science Foundation for Distinguished Young Scholars
- 国家教育部科学基金: Science Foundation of Ministry of Education of China
- 教育部科学技术研究重点(重大)项目: Key (Key Grant) Project of Ministry of Education of China
- 国家教育部博士点基金: Doctoral Fund of Ministry of Education of China
- 高等学校博士学科点专项科研基金: Research Fund for the Doctoral Program of Higher Education of China
- 国家教育部留学回国人员科研启动基金: Scientific Research Starting Foundation for the Returned Overseas Chinese Scholars of Ministry of Education of China
- 中国博士后科学基金: China Postdoctoral Science Foundation

本刊编辑部