

✧ 骨骼肌肉影像学

CT morphological characteristics of plantar nerves and their significances in diabetic foot

LYU Zhe¹, GONG Xionghui², HA Tingting¹, ZHANG Bin^{1*}, WANG Juan¹, NIAN Jiao¹

(1. Department of Radiology, 2. Department of Endocrinology, Peking University Shougang Hospital, Beijing 100041, China)

[Abstract] **Objective** To analyze CT morphological characteristics of tibial nerve, lateral and medial plantar nerves and their clinical significances in the diabetic foot (DF) patients. **Methods** Bilateral feet (DF group) of 33 patients diagnosed as type 2 diabetes mellitus with DF were examined with CT. Meanwhile, 36 uninjured feet (NDF group) of patients with single-side foot wound were taken as the controls. CT findings of distal part of tibial nerve, medial plantar nerve and lateral plantar nerve on the same plane were observed with CT post-processing technique. The morphological measurements were done at the points of A1 (tibial nerve measuring position), A2 (proximal part of medial plantar nerve measuring position), A3 (distal part of medial plantar nerve measuring position) and A4 (lateral plantar nerve measuring position). Both of the anteroposterior and transverse diameters were measured and compared between DF and NDF groups. **Results** Plantar nerves (tibial nerve, medial plantar nerve and lateral plantar nerve) of DF patients were thick (52/66, 78.79%), and the edges of nerve were indistinct (51/66, 78.78%). The anteroposterior and transverse diameters of measurement points A1, A2 and A4 in DF group were larger than those in NDF group (all $P < 0.01$). There was no statistical difference of the anteroposterior and transverse diameters of point A3 between the two groups (both $P > 0.05$). **Conclusion** The plantar nerves of DF patient were thick with indistinct edges. The observation of continuous morphological characteristics and the diameter measurements of the plantar nerve can be performed with CT post-processing technique, which can provide more information for clinical diagnosis of DF.

[Key words] Diabetic foot; Peripheral neuropathy; Plantar nerve; Tomography, X-ray computed

DOI:10.13929/j.1003-3289.201707106

糖尿病足患者足底神经 CT 形态特点及其临床意义

吕 喆¹, 龚雄辉², 哈婷婷¹, 张 滨^{1*}, 王 娟¹, 年 娇¹

(1. 北京大学首钢医院医学影像科, 2. 内分泌科, 北京 100041)

[摘 要] **目的** 分析糖尿病足(DF)患者胫神经、足底内侧神经及足底外侧神经 CT 形态特点及其临床意义。**方法** 对 33 例 2 型糖尿病并发 DF 患者共 66 足(DF 组)行 CT 检查,并与年龄、性别匹配的 36 例(36 足)单侧足部创伤患者的非创伤侧足(NDF 组)进行对照。通过 CT 后处理技术观察同层胫神经远端、足底内侧神经及足底外侧神经的形态,并分别测量 A1(胫神经远端测量点)、A2(足底内侧神经近端测量点)、A3(足底内侧神经远端测量点)及 A4 点(足底外侧神经测量点)相应神经前后径及左右径。比较 2 组间各测量点前后径及左右径的差异。**结果** DF 足底神经(胫神经远端、足底内侧神经、足底外侧神经)增粗(52/66, 78.79%),神经边缘模糊(51/66, 78.78%)。DF 组测量点 A1、A2、A4 前后径及左右径均大于 NDF 组(P 均 < 0.01),2 组间测量点 A3 前后径及左右径差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。**结论** DF 足底神经增粗、模糊;应用 CT 后处理技术可完整连续地显示神经形态,并测量神经径线,为临床诊断 DF 提供更多影像学依据。

[第一作者] 吕喆(1982—),男,山东菏泽人,学士,主治医师。研究方向:周围神经成像及诊断。E-mail: alzhe121@sina.com

[通信作者] 张滨,北京大学首钢医院医学影像科,100041。E-mail: zhangbin-m@126.com

[收稿日期] 2017-07-24 **[修回日期]** 2018-03-13

[关键词] 糖尿病足;周围神经病变;足底神经;体层摄影术,X线计算机

[中图分类号] R587.1; R814.42 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2018)06-0919-05

糖尿病足(diabetic foot, DF)是糖尿病常见并发症,发病机制目前尚未明确,但有研究^[1]表明周围神经病变是糖尿病足发病的最重要因素之一。我国糖尿病足溃疡患者中,周围神经病变的发病率约 73.7%^[2]。从形态上诊断神经病变对选择临床治疗方案具有重要指导价值^[3],但常规 CT 图像显示神经形态并不满意。本研究应用 CT 后处理技术在同一层面连续观察胫神经、足底内侧神经及足底外侧神经形态,并探讨其临床意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2016 年 1 月—11 月于我院接受足部 CT 检查 33 例双侧 DF 患者(DF 组,共 66 足),男 15 例,女 18 例,年龄 45~85 岁,平均(62.6±12.8)岁,病程 5~30 年,平均(17.16±8.41)年;均为 2 型糖尿病并发 DF,且排除足部有骨折、肿瘤或其他病变导致足部形态改变,其中 29 例(53 足)伴有足部神经症状,主要为足部发凉、麻木、感觉障碍及足部皮肤破溃等。选取同期年龄、性别相匹配的单侧足部创伤患者 36 例,男 20 例,女 16 例,年龄 32~77 岁,平均(57.1±13.2)岁,既往均无糖尿病史,以其非创伤侧足为对照(NDF 组,共 36 足)。

1.2 仪器与方法 采用 Philips Ingenuity CT 64 排螺旋 CT 机,对两组行足部 CT 平扫,并对 DF 组中 2 例(4 足)进行下肢 CTA 检查。嘱患者仰卧,足先进,双足踩于床面。CT 平扫范围自足跟至足尖,管电压 120 kV,管电流 200 mA,层厚 3 mm,层间距 3 mm,螺距 0.392,管球旋转速度 0.75 s/rot,FOV 240 mm。下肢 CTA 扫描范围自腹主动脉分叉处以上 1 cm 至足尖,电压 120 kV,电流 300 mA,层厚 5 mm,层间距 5 mm,螺距 0.984,管球旋转速度 0.75 s/rot,FOV 400 mm;对比剂采用碘佛醇(320 mgI/ml),剂量 90~110 ml,流率 4.0~4.5 ml/s,而后注入 30 ml 生理盐水,注射对比剂 45~55 s 后开始采集 CTA 图像。

1.3 图像后处理及测量分析 将原始数据传至 IntelliSpace Portal 5.0 工作站,采用标准容积算法,薄层重建层厚 1 mm,层间距 0.5 mm;在软组织窗(窗宽 360 HU;窗位 50 HU)下采用平均 CT 值法重建胫神经、足底内侧神经及足底外侧神经图像,层厚 1.4~2.0 mm。在后处理图像中分别测量 DF 组及 NDF 组胫神经、足底内侧神经、足底外侧神经前后径(斜矢状位)及左右径(斜冠状位)。测量点包括:A1 点,胫神经远端测量点(足底内、外侧神经分支处上方 5 mm 处);A2 点,足底内侧神经近端测量点(胫神经分出足底内侧神经后 5 mm 处);A3 点,足底内侧神经远端测量点(约平第 3 跖骨中段水平);A4 点,足底外侧神经测量点(胫神经分出足底外侧神经后 10 mm 处)。以上测量点经线均由 2 名医师在不知晓分组情况下独立完成测量,每一测量点均测量 3 次,取平均值;并分别独立采用盲法观察重建后的足底神经(胫神经远端、足底内侧神经、足底外侧神经)图像,意见不一时经协商达成一致。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计分析软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,DF 组与 NDF 组足底神经各测量点径线 CT 测值比较采用独立样本 *t* 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CT 表现 2 组足底神经均呈由粗逐渐变细的连续的条索状结构,稍低于周围肌肉密度,增强扫描无明显强化(图 1)。正常足底神经边缘清晰、光滑;DF 患者共 66 足,52 足(52/66,78.79%)足底神经增粗(图 2),51 足(51/66,78.78%)神经边缘模糊(图 3),9 足(9/66,13.64%)足底内侧神经远端显示不满意。

2.2 足底神经各测量点径线 CT 测量值比较 除 DF 组中足底内侧神经远段测量点无法测量的 9 足外,DF 组及 NDF 组其余各测量点前后径及左右径均可测量。2 组各测量点径线 CT 测量值见表 1。DF 组 A1、A2、A4 点前后径及左右径均大于 NDF 组(P 均 < 0.01),A3 点

表 1 DF 组与 NDF 组足底神经各测量点前后径及左右径 CT 测量比较(mm, $\bar{x} \pm s$)

组别	A1 点		A2 点		A3 点		A4 点	
	前后径	左右径	前后径	左右径	前后径	左右径	前后径	左右径
DF 组($n=66$)	3.92±0.36	3.84±0.57	3.11±0.40	3.05±0.46	1.89±0.43	1.95±0.39	2.53±0.31	2.60±0.29
NDF 组($n=36$)	3.27±0.17	3.16±0.26	2.52±0.18	2.45±0.24	1.82±0.15	1.85±0.24	2.04±0.24	1.98±0.27
<i>t</i> 值	7.46	5.07	6.27	5.30	0.70	0.94	5.93	7.48
<i>P</i> 值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.49	0.36	<0.01	<0.01

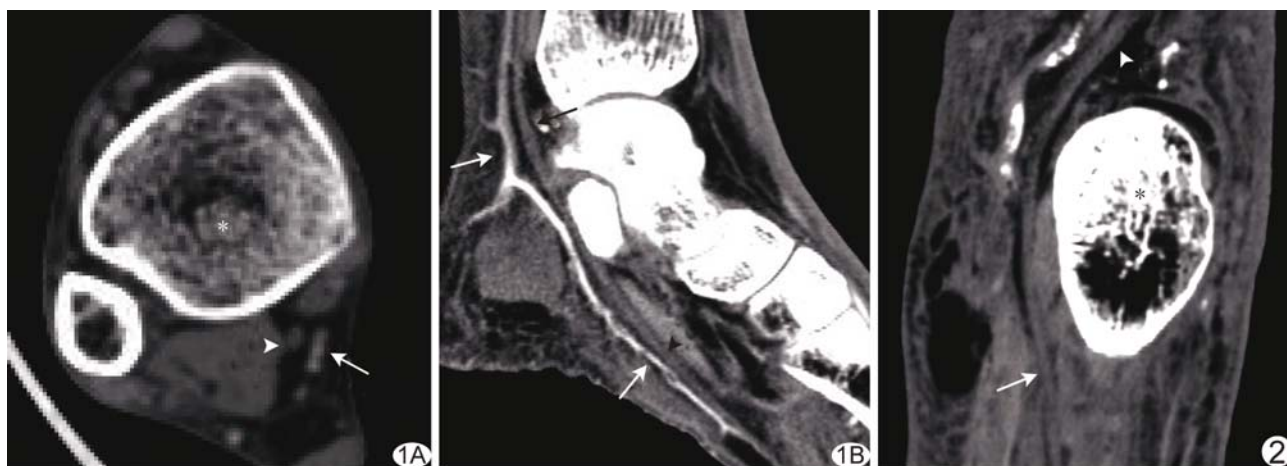


图1 患者男,51岁,左足麻木,糖尿病史20年 A. 动脉期常规轴位CT胫骨(*)后方仅见未强化的胫神经(箭头)及强化的伴行血管(箭); B. 同层面CT重建图像(斜矢状位)示未强化、呈条索状的胫神经(黑箭),延续的足底外侧神经(箭头)及伴行的强化血管(白箭)

图2 患者女,45岁,右足麻木,糖尿病史11年 CT重建图像(斜矢状位)示胫神经(黑箭)在胫骨(*)远端水平分为足底内侧神经(箭头)和足底外侧神经(箭),神经增粗、边缘模糊,足底外侧神经远端因周围软组织肿胀而显示不清

前后径及左右径与NDF组差异无统计学意义($P > 0.05$)。

3 讨论

目前诊断糖尿病周围神经病变主要依靠临床检查及肌电图检查,虽然简便易行,但不能显示神经的具体形态、结构,也不能准确显示神经病变的具体部位。近年来,CT后处理技术在显示周围神经中的作用已获得广泛认可,并在显示周围神经形态、判断神经病变、鉴别神经内外肿瘤、评估神经肿瘤的范围等方面显示出一定优势^[4-6]。胫神经在踝管内分为足底内侧神经和足底外侧神经。足底内侧神经在腓展肌深面,分支分布于足底内侧肌群。足底外侧神经在腓展肌和趾短屈肌深面走行于足底外侧,分支分布于足底中间群和外侧群^[7]。而糖尿病周围神经病变往往先累及足底内侧神经、足底外侧神经及其分支^[8]。

本研究中,DF组足底神经A1、A2、A4点前后径及左右径均大于NDF组($P < 0.01$),且DF组中78.79%(52/66)出现神经增粗,78.78%(51/66)神经边缘模糊,可能与以下因素有关:①糖尿病高血糖状态使得髓鞘和无髓鞘的神经纤维活性降低,多元糖醇代谢紊乱、山梨醇旁路代谢增强,引起神经鞘膜细胞内山梨醇和果糖大量积聚,神经细胞内渗透压增高,细胞水肿、变性,导致神经纤维体积增粗^[9],CT表现为神经增粗与边缘模糊;②本组DF患者病程较长,糖尿病病程超过10年后大部分患者出现不同程度周围神经病变^[10]。本研究DF组与NDF组间A3点前后径及左右径差异均无统计学意义($P > 0.05$),可能与神经远端纤细、测量

不准确有关。本研究DF组13.64%(9/66)足底内侧神经远端经线CT无法测量,分析其原因:①足底外侧神经远端本身纤细;②糖尿病周围神经病变导致CT显示神经边缘模糊;③DF继发感染时周围组织水肿、肌间隙模糊,导致神经周围脂肪间隙缩小或消失,而神经周围脂肪是CT观察神经走行的重要条件^[11]。

CT因操作简单、成像迅速、图像直观等优点,已广泛应用于全身各部位检查。利用CT神经同层显示技术,可将一条或多条神经的起止点及走行显示在同一层面中,从而观察其整体形态^[12]。寻找足底神经时,应先建立矢状位,由内踝附近寻找密度稍低于肌肉、较纤细且具有一定张力的无钙化条索状结构,“Y”状结构(图4)即为足底内侧神经与足底外侧神经分叉处,此时可进一步沿神经走行追踪观察。

本研究对象主要为明确患有DF的患者,且大多伴有足部感染及神经症状,未进一步区分糖尿病是否伴有神经症状,主要原因在于:①无论糖尿病患者有无周围神经症状,其神经截面表现相似^[13-14];②每年仅有不足20%的糖尿病患者接受足部影像学检查^[15],病例收集相对困难,无神经症状者样本量不足,不利于统计学分析。本研究DF组胫神经远端、足底内侧神经近端、足底外侧神经测量点前后径及左右径均大于NDF组($P < 0.01$),表明应用CT后处理技术观察DF患者足底神经具有一定临床意义。一方面,CT可直观显示神经肿胀,为治疗神经卡压提供术前定位依据^[16];另一方面,通过CT图像可分析DF患者发生临床神经症状的原因(图5、6)。此外,CT检查可在一次足部扫描内

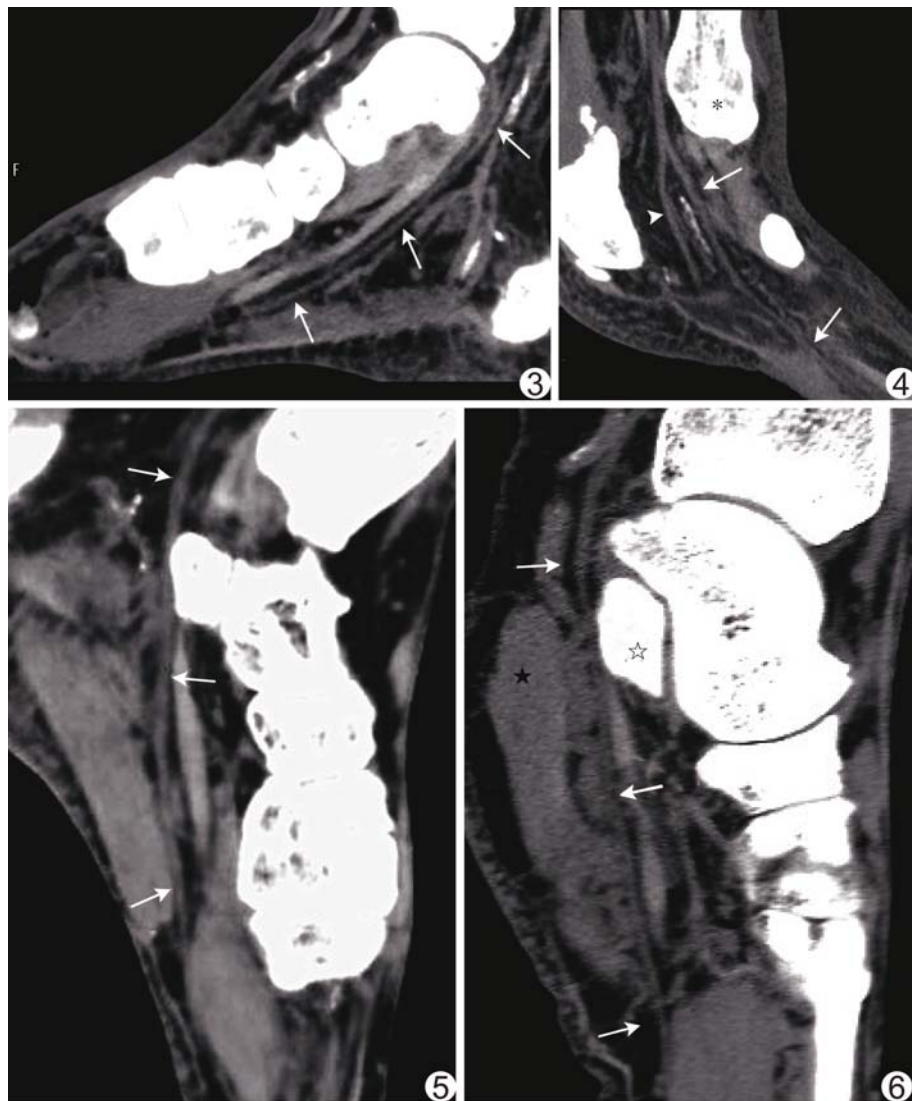


图3 患者女,59岁,右足远端湿性坏疽,糖尿病史14年 CT重建图像(斜矢状位)示足底内侧神经边缘模糊(箭),远端神经因周围软组织感染显示不清

图4 患者男,73岁,左足感觉异常,糖尿病史18年 CT重建图像(斜冠状位)示胫神经(箭头)分出足底外侧神经(箭),在跟骨(*)旁走行于肌间隙内

图5 患者男性63岁,左足麻木,肌电图阳性,糖尿病史9年 CT重建图像(斜矢状位)示足底神经增粗,边缘模糊(箭),考虑因足底神经本身病变而产生临床症状

图6 患者男,57岁,左足感觉障碍,肌电图阳性,糖尿病史3年 CT重建图像(斜矢状位)示足底神经纤细(箭),周围血管明显迂曲,考虑因血管挤压神经而产生临床症状,压迫点定位于腓展肌(☆)与距骨(★)之间

同时获得血管、神经、骨质、软组织等多组数据。

本研究的不足:①为疾病与影像学改变的相关性研究,未进一步分析DF患者出现足底神经病变的发生率、病变程度等;②由于神经纤细、边缘模糊等原因,CT测量神经各径线时存在难以避免的人为误差。

综上所述,DF患者足底神经存在形态改变,通过CT后处理技术可直观显示观察神经形态,为临床诊治糖尿病周围神经病变提供重要参考信息。

[参考文献]

- [1] Boulton AJ, Vileikyte L, Ragnarson-Tennvall G, et al. The global burden of diabetic foot disease. *Lancet*, 2005, 366(9498):1719-1724.
- [2] Jiang Y, Ran X, Jia L, et al. A cohort study of diabetic patients and diabetic foot ulceration patients in China. *Wound Repair Regen*, 2015, 23(2):222-230.
- [3] 李菁,王珏. 糖尿病足的影像学研究进展. *介入放射学杂志*, 2014, 23(5): 456-459.
- [4] 吕喆,刘正,杨帆,等. CT神经同层显示技术对腰骶神经根变异的诊断价值. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(12):1082-1086.
- [5] 张彦,刘胜全,李晓楠,等. MSCT重组同层显示胫神经及其分支的影像表现及解剖特点探讨. *临床放射学杂志*, 2014, 33(6):909-911.
- [6] 吕喆,费胜民,于明川,等. 腰丛状神经纤维瘤1例. *实用放射学杂志*, 2017, 33(2):323-324.
- [7] 丁文龙,王海杰. 系统解剖学. 3版. 北京:人民卫生出版社, 2015:336-336.
- [8] Forbes JM, Cooper ME. Mechanisms of diabetic complications. *Physiol Rev*, 2013, 93(1):137-188.
- [9] 周吴玲,颜灿群. 糖尿病周围神经病变的研究进展. *西南军医*, 2017, 19(1):81-83.
- [10] Feldman EL. Oxidative stress and diabetic neuropathy: A new understanding of an old problem. *J Clin Invest*, 2003, 111(4):431-433.
- [11] 吕喆,常天静,范文鑫,等. CT重组技术同层显示股神经与腰丛神经. *中国医学影像技术*, 2017, 33(1): 65-68.
- [12] 林井副. 腰骶神经病变 HRCT重建同层显示图谱. 北京:人民军医出版社, 2012:60.
- [13] Lee D, Dauphinée DM. Morphological and functional changes in the diabetic peripheral nerve: Using diagnostic ultrasound and neurosensory testing to select candidates for nerve decompression. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2005, 95(5): 433-437.
- [14] Watanabe T, Ito H, Sekine A, et al. Sonographic evaluation of the peripheral nerve in diabetic patients: The relationship between nerve conduction studies, echo intensity, and cross-

sectional area. J Ultrasound Med, 2010, 29(5):697-708.

- [15] Gregg EW, Li Y, Wang J, et al. Changes in diabetes-related complications in the United States, 1990-2010. N Engl J Med,

2014, 370(16):1514-1523.

- [16] 张敏, 梁胜根, 陈忠炎, 等. 胫神经跗管松解术治疗糖尿病性足部溃疡. 中华显微外科杂志, 2001, 24(4):280.

CT diagnosis of polysplenia syndrome combined with complete midgut malrotation: Two cases report

CT 诊断多脾综合征伴完全性中肠旋转不良 2 例

樊凯华, 周 碧, 申玉兰, 杨 凯, 吴春根

(上海市第六人民医院放射科, 上海 201306)

[Key words] Polysplenia syndrome; Midgut malrotation; Tomography, X-ray computed

[关键词] 多脾综合征; 中肠旋转不良; 体层摄影术, X 线计算机

DOI:10.13929/j.1003-3289.201709008

[中图分类号] R657.6; R814.42 [文献标识码] B [文章编号] 1003-3289(2018)06-0923-01

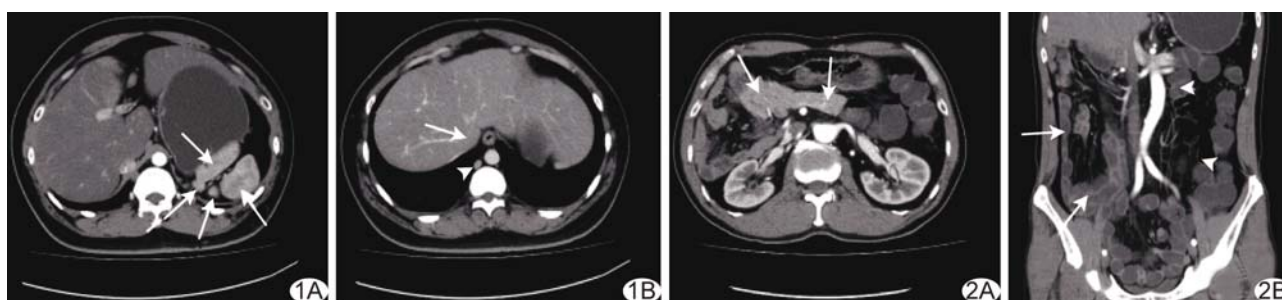


图 1 患者男, 31 岁 A. 轴位增强 CT 示动脉期脾脏呈“花斑状”强化(箭); B. 轴位 CT 平扫示下腔静脉肝内段缺如(箭)及奇静脉扩张(箭头) 图 2 患者男, 59 岁 A. 轴位 CT 平扫示胰腺短小, 胰尾缺如(箭); B. 冠状位 MPR 图像示小肠位于右腹部(箭), 升、降结肠位于左腹部(箭头)

病例 1: 患者男, 31 岁, 左上腹不适伴阵发性隐痛 2 个月。CT 平扫示左上腹脾区见多个大小不等结节, 形态不规则, 增强后强化方式与脾脏相同; 胰腺粗短, 仅见头颈部, 体尾部未显示; 小肠位于右腹, 阑尾、回盲部及结肠位于左腹; 下腔静脉肝内段缺如, 血液经肾段与扩张的奇静脉吻合回流入上腔静脉。CT 诊断: 多脾综合征(图 1)。

病例 2: 患者男, 59 岁, 体质量持续减轻 2 年。CT 平扫示左上腹脾区 5 个等密度结节, 增强扫描动脉期呈“花斑状”强化, 静脉期强化均匀, 与脾脏强化方式一致; 胰腺短小, 胰尾未见显示; 小肠位于右腹, 阑尾、回盲部及结肠位于左腹; 下腔静脉肝内段缺如。CT 诊断: 多脾综合征(图 2)。

讨论 多脾综合征是罕见的多脾、内脏及心血管先天畸形

组成的综合征, 其发生与胚胎发育、遗传和致畸因子密切相关, 可单独存在, 但更多合并先天性心血管异常和内脏异常者。影像学特征: ①多脾, 脾脏数量可达 2~16 个, 无主脾, 大小不等, 形态多样, 可位于右腹, 也可位于左腹或双侧腹部; ②内脏异常, 双侧肺均有 2 个肺叶, 右肺仅见斜裂, 无水平裂, 同时伴发对称性肺动脉及支气管; 肝脏左右叶等大, 呈水平位, 伴胆囊中位或缺如, 肝门位于脊柱前方; 肝左右叶反位, 伴左位胆囊; 胆管及十二指肠闭锁; 胰腺头颈部短粗、肥大, 体尾部缺如或短小; 胰腺转位, 胰头位于左上腹; 环形胰腺较为少见; 右位胃; 肠管旋转不良(多发生于十二指肠至横结肠中部), 完全性中肠旋转不良表现为小肠位于右半腹, 结肠位于左半腹, 并可有肠系膜上动静脉反位; ③心血管异常, 肺静脉回流畸形, 双主动脉弓, 双上腔静脉, 室间隔缺损, 房间隔缺损, 心脏位置异常等; 肝内段或肝内段及以下下腔静脉缺如, 奇静脉或半奇静脉增粗、扩张并连接。总之, 诊断多脾综合征主要依赖于影像学检查, 而 CT 具有独特优势。

[第一作者] 樊凯华(1993—), 女, 陕西榆林人, 本科, 医师。

E-mail: 1244641204@qq.com

[收稿日期] 2017-09-02 [修回日期] 2018-03-05