腹部影像学・

64 层螺旋 CT 后处理技术对马蹄肾血供和合并症的诊断价值

蔡武,龚建平,钱铭辉,朱江涛,张博,徐瑾,窦欣,沈钧康

【摘要】目的:探讨 64 层螺旋 CT 后处理技术在马蹄肾血供和合并症中的诊断价值。方法:对 25 例马蹄肾患者先行 64 层 CT 平扫,然后行肾皮质期、实质期及排泄期增强扫描,将扫描数据经薄层重建后传至工作站,采用多平面重组 (MPR)、容积再现(VR)及最大密度投影(MIP)技术进行后处理,观察马蹄肾融合的部位及其组织结构以及血供和合并症 情况。结果:25 例均为下极融合性马蹄肾畸形,24 例峡部为肾实质组织,1 例峡部为纤维结缔组织。25 例患者共观察到 71 支肾动脉、6 支副肾动脉,其中 8 例观察到 2 支肾动脉,6 例观察到 3 支肾动脉,4 例观察到 4 支肾动脉,1 例观察到 5 支 肾动脉、6 支副肾动脉,其中 8 例观察到 2 支肾动脉,6 例观察到 3 支肾动脉,4 例观察到 4 支肾动脉,1 例观察到 5 支 肾动脉、3 例观察到 2 支肾动脉且另见 1 支起源于腹主动脉分叉前下壁的副肾动脉,2 例观察到 3 支肾动脉且另见 1 支起 源于骶正中动脉的副肾动脉,1 例观察到 4 支肾动脉且另见 1 支起源于腹主动脉分叉前壁的副肾动脉。25 例中 11 例合 并肾积水,8 例合并肾结石,10 例合并肾囊肿,10 例合并感染,1 例合并肾细胞癌。18 例有临床症状者均经手术证实其马 蹄肾的解剖结构、血供及合并症与 CT 检查结果相符。结论:64 层螺旋 CT 后处理技术能够清楚显示马蹄肾的整体形态 和细微解剖结构,尤其是血供和合并症情况,为临床外科治疗提供解剖学依据,可作为本病的首选检查方法。

【关键词】 马蹄肾;体层摄影术,X线计算机;诊断

【中图分类号】R814.42; R692.1 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2012)08-0867-05

Value of 64-slice spiral CT with post-processing techniques in diagnosis of the blood supply and complications of horseshoe kidney CAI Wu,GONG Jian-ping,QIAN Ming-hui, et al. Department of Radiology, the Second Affiliated Hospital of Suzhou University, Jiangsu 215004, P. R. China

[Abstract] Objective: To investigate the value of 64-slice spiral CT with post-processing techniques in diagnosis of the blood supply and complications of horseshoe kidney. Methods: A total of 25 patients with horseshoe kidney underwent 64slice spiral CT plain scan, then kidney cortical phase, parenchymal phase and excretory phase contrast-enhanced CT scan, and all data sets reconstructed by thin slices were transferred to the workstation, and post-processing techniques including MPR, VR and MIP were performed for evaluating the fusion site and tissue, blood supply and complications of horseshoe kidney. Results: In horseshoe kidney, the renal lower poles of the right and left kidneys were fused together by an isthmus of functioning renal parenchyma in 24 cases and fibrous connective tissue in 1 case. A total of 71 renal arteries and 6 accessory renal arteries were delineated in the 25 patients. 2 renal arteries were seen in 8 cases, 3 renal arteries were seen in 6 cases, 4 renal arteries were seen in 4 cases, 5 renal arteries were seen in 1 case; 2 renal arteries and 1 accessory renal artery originated from the front and inferior wall of the bifurcation of the abdominal aorta were seen in 3 cases, 3 renal arteries and 1 accessory renal artery originated from the median sacral artery were seen in 2 cases, 4 renal arteries and 1 accessory renal artery originated from the frontal wall of the bifurcation of the abdominal aorta were seen 1 case. In the 25 patients, 11 cases complicated with hydronephrosis, 8 cases complicated with renal stones, 10 cases complicated with renal cysts, 10 cases complicated with infection, 1 case complicated with renal cell carcinoma. 18 cases with clinical symptoms were confirmed by surgical findings. The coincidence rate of CT scan and clinical diagnosis was 100%. Conclusion: 64-slice spiral CT with postprocessing techniques can clearly demonstrate the overall shape and anatomic structure in detail, especially for the blood supply and complications of horseshoe kidney. It provides anatomical morphology for surgery and can be used as the first examination in the diagnosis of horseshoe kidney.

[Key words] Horseshoe kidney; Tomography, X-ray computed; Diagnosis

马蹄肾是少见的先天性肾脏融合畸形,易合并肾积水、尿路结石以及泌尿系感染等而影响正常生活和工作。近年来,腹腔镜手术以痛苦小、恢复快而深受广大患者青睐,国内外学者逐渐将腹腔镜应用于马蹄肾

合并症的手术治疗^[1-3]。但出血、漏尿等术后并发症仍 然是腹腔镜外科医生所面临的严峻问题,其主要原因 是对马蹄肾和合发症的解剖结构以及与血管的解剖关 系认识不清。随着多层螺旋 CT 成像技术的飞速发 展,其作为一种无创性检查方法在马蹄肾的诊断中得 到广泛应用,其多期扫描及强大的图像后处理功能不 仅可以全面清晰显示马蹄肾的形态结构和合并症,更

作者单位:215004 江苏,苏州医学院附属第二医院影像科 作者简介:蔡武(1981-),男,湖南岳阳人,硕士,主治医师,主要从 FCT影像诊断工作。

通讯作者:龚建平, E-mail: gongjianpingsz@126. com

重要的是可以观察到肾脏血供情况^[4-6]。本文通过回 顾性分析本院临床确诊的 25 例马蹄肾患者的 64 层螺 旋 CT 重组图像,旨在为腹腔镜手术提供临床解剖学 依据。

材料与方法

搜集本院 2008 年 10 月-2011 年 6 月行 64 层螺 旋 CT 检查并经临床确诊为马蹄肾的患者 25 例。其 中男 21 例,女 4 例,年龄 24~77 岁,中位年龄 47 岁。 临床表现:14 例表现为间歇性腹部疼痛,4 例以腹部包 块就诊,7 例无症状。

采用 GE LightSpeed 64 层螺旋 CT 进行扫描。 所有患者足先进,仰卧位,深吸气后屏气完成各期扫 描。先行平扫,然后行肾皮质期、实质期和排泄期增强 扫描。使用 Ulrich Missouri(XD2001)双筒自动高压 注射器,经右侧肘前静脉以3ml/s的流率注入非离子 型对比剂碘海醇(300 mg I/ml),剂量为 1.5 ml/kg,按 皮质期(注入对比剂后约 30 s)、实质期(注入对比剂后 约 60 s)、排泄期(根据肾实质期显示肾实质强化程度 及肾盂积水情况决定延迟扫描时间,无积水者延迟 10~30 min,积水者延迟1~3h不等,最长达9h)分别 采集数据,扫描范围自双肾上缘上方2 cm 至双肾下缘 下方 3 cm 处。扫描参数:120 kV,管电流 200 mA,螺 距 0.984,扫描层厚及层间距均为 5 mm,薄层重建层 厚及层间距均为 0.625 mm。扫描结束,将薄层重建后 的原始轴面图像传输至 ADW4.3 工作站进行后处理, 图像后处理方法包括多平面重组(multi-planar reformation, MPR)、容积再现(volume rendering, VR)和 最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)。 选择不同阈值、层面和伪彩对兴趣区进行旋转、切割, 得到任意层面、不同角度和不同伪彩重组图像以利于 解剖结构的最佳显示,依靠重组图像并结合原始轴面 图像进行诊断,并为临床提供立体、直观、精细的马蹄 肾血供和合并症的解剖形态学信息^[5]。

结 果

25 例患者的薄层重建和 MPR、VR 及 MIP 重组 图像均清晰显示为下极融合性马蹄肾畸形。两肾下极 在腹主动脉和下腔静脉前方相互融合且峡部位于第 3 ~5 腰椎水平,在腹主动脉发出肠系膜下动脉水平以 下融合;24 例峡部为肾实质组织,强化程度同肾实质 (图 1a),1 例峡部为纤维结缔组织,强化程度低于肾实 质(图 2a)。

25 例马蹄肾患者的 VR 和 MIP 重组图像可以观 察到肾脏的血供情况,25 例患者共观察到 71 支肾动脉、6 支副肾动脉,具体结果见表 1。

表 1 25 例 与 蹄 肖 患 者 的 血 1	共作	青、	Ò
--------------------------	----	----	---

肾动脉	副肾动脉(支)	例数	百分比(%)
2	0	8	32
3	0	6	24
4	0	4	16
5	0	1	4
2	1 *	3	12
3	1 * *	2	8
4	1 * * *	1	4

注:"起源于腹主动脉分叉前下壁的副肾动脉,""起源于骶正中动脉的副肾动脉,""起源于骶正中动脉的副肾动脉,""北源于腹主动脉分叉前壁的副肾动脉。

25 例马蹄肾患者的多期扫描和 MPR、VR 及 MIP 重组图像可以清楚显示各种合并症情况如肾积水、肾 结石以及感染、肾囊肿、肾细胞癌的形态结构变化,具 体见表 2。

表 2 25 例马蹄肾患者的合并症情况

合并症	例数	百分比(%)
肾积水	11	44
肾结石	8	32
肾囊肿	10	40
感染	10	40
肾细胞癌	1	4

本组 25 例共有 5 种合并症,合并 1 种者 11 例,合 并2种者12例;2例同时合并3种,其中1例重组图 像可以清楚显示其合并右肾多发结石的三维立体形 态、部位、数目、大小及其右侧肾盂肾盏轻度扩张积水 情况以及继发感染所致右侧肾盂壁增厚、线样强化且 周围脂肪间隙模糊及密度增高,同时可以观察到两侧 肾脏分别由2支肾动脉供血,左肾下极1支肾动脉主 干发出的内侧分支供应峡部,另见1支起源于腹主动 脉分叉前壁的副右肾动脉供应右肾下极(图 1b~g); 另1例重组图像可以清晰显示右肾中部及峡部结石、 右肾上极囊肿以及右肾下极肾细胞癌的形态、部位、大 小、密度、强化程度及与周围组织结构的空间关系,尤 其是右肾下极肾细胞癌邻近肾盂肾盏受压、伸长且边 缘欠规则,同时可以发现左侧肾脏由2支肾动脉供血, 右侧由1支肾动脉供血目右肾下极肾细胞癌由右肾动 脉主干发出的外侧分支供血,肿瘤供血血管显示清晰 (图 2b~g)。

本组 25 例中 18 例有临床症状者均经采用腹腔镜 手术治疗,术中所见马蹄肾的解剖形态和解剖关系以 及血供和合并症情况与 CT 所见一致,其中 1 例合并 右肾下极透明细胞癌经病理证实。

讨 论

1. 马蹄肾的临床与病理

马蹄肾系肾融合畸形,是由于在胚胎 4~8 周时两侧肾胚基在两侧脐动脉之间被推挤而融合的结果,融合大多发生在下极,占 90%以上,本组 25 例均发生在





图1 马蹄肾合并右肾多发结石、右肾轻度积水及感染。a)动脉期横轴面扫描示两肾 下极融合,峡部为肾实质组织(长白箭),强化程度同肾实质,峡部在腹主动脉发出肠系 膜下动脉(短白箭)水平以下融合,右肾轻度积水、肾盂壁增厚、线样强化(箭头),右肾 下盖一枚小结石(黑箭);b)动脉期冠状面重组图像示右肾盂内一枚结石(箭)伴右肾 轻度积水、肾盂壁增厚及周围脂肪间隙模糊、密度增高(箭头);c) 矢状面重组图像示 右肾盂内结石(箭),右肾轻度积水,肾盂周围脂肪间隙模糊、密度增高(箭头);d)动脉 期 VR 图示两侧肾脏分别由2支肾动脉供血,左肾下极1支肾动脉主干发出的内侧分 支供应峡部(长箭),另见1支起源于腹主动脉分叉前壁的副右肾动脉供应右肾下极 (短箭),右肾多发结石(箭头);e) MIP 图像示肾脏由4支肾动脉及1支副肾动脉供血 (箭),并示右肾多发结石(箭头);f) 排泄期 VR 图像示两侧肾脏沿中线垂直排列,且 两肾下极在中线通过正常肾实质组织峡部融合,右侧肾盂肾盖轻度扩张积水;g) MIP 图像示两侧肾脏在肾下极融合及右侧肾盂肾盖轻度扩张、积水(箭)。

下极融合。融合部称为峡部,其组织结构 85%为肾实 质组织,15%为纤维结缔组织。笔者依据文献有关峡 部组织的判断标准:当峡部组织强化程度同肾实质时 定义为肾实质组织;反之,当强化程度低于肾实质时定 义为纤维结缔组织^[7]。本组 25 例中仅见 1 例峡部为 纤维结缔组织。有关文献报道,马蹄肾的供血血管变 异很大,约30%的患者每侧肾脏各由1支肾动脉分别 供血,但少数可以由2支或甚至3支肾动脉供应一侧 或两侧肾脏,峡部及邻近肾实质可以由每侧肾动脉主 干的分支供血,或者由腹主动脉、肠系膜下动脉、髂动 脉以及骶正中动脉单独供血^[4]。本组 25 例中, VR 和 MIP 三维重组图像可以清晰显示 71 支肾动脉、6 支副 肾动脉,其中每侧肾脏各由1支肾动脉供血最常见且 为8例(32%),与文献报道基本相符。1例可以观察 到5支肾动脉,左肾由3支、右肾由2支肾动脉供血;6 例可以各观察到1支起源于腹主动脉的副肾动脉。临 床上约 1/3 马蹄肾患者无任何症状,当出现症状时多 已伴有合并症。这主要是由于马蹄肾因峡部骑跨于腹 主动脉和下腔静脉的前面,输尿管须跨越峡部前面下 行,常导致输尿管不同程度的梗阻,易发生肾积水、尿 路结石、泌尿系感染等多种合并症^[3]。马蹄肾的肾积 水发生率为 21%~62%,结石发生率为 21%~60%, 感染发生率为 41%^[3,78],本组 25例中合并肾积水、结 石及感染的发病率分别为 44%、32%和 40%,与文献 报道基本相符。有学者提出马蹄肾并发肾肿瘤的风险 大大增加,虽然腺癌最为常见,发生率与正常肾脏相 似,但其它类型肿瘤如移行细胞癌等的发生率明显高 于正常肾脏,这可能与尿液停滞、感染和尿路结石形成 相关^[9],本组 1 例合并右肾下极透明细胞癌。

2.64 层螺旋 CT 后处理技术显示马蹄肾血供和 合并症的优势

以往,超声和静脉尿路造影(intravenous urog-





图 2 马蹄肾合并右肾及峡部结石、右肾囊肿及右肾细胞癌。a) 动脉期横轴面扫描图 像示两肾下极融合峡部为纤维结缔组织(长箭),强化程度低于肾实质;并示右肾下极 肾细胞癌明显不均匀强化(短箭);b) 动脉期冠状面重组图像示右肾下极肾细胞癌 (箭);c) 矢状面重组图像示右肾下极肾细胞癌(箭)及右肾上极一类圆形囊肿(箭头); d) 动脉期 VR 图像示左肾由 2 支肾动脉供血右肾由 1 支肾动脉供血且右肾下极肾细 胞癌由右肾动脉主干发出的外侧分支供血,肿瘤供血血管显示清晰(箭),并示右肾中 部及峡部两枚小结石(箭头);e) MIP 图像示左肾由 2 支肾动脉供血,右肾由 1 支肾动 脉供血且其分支参与右肾下极肾细胞癌的供血(箭),右肾中部及峡部两枚小结石(箭 头);f) 排泄期 VR 图像示右肾下极肾细胞癌邻近肾盂肾盖使其受压、伸长且边缘欠 规则(箭),峡部一枚小结石(箭头);g) MIP 图示右肾下极肾细胞癌压迫肾盂肾盖 (箭),峡部一枚小结石(箭头)。

raphy,IVU)是诊断马蹄肾及其合并症的常用检查方 法。但超声检查特异性低,受人为因素及肠道内气体 等多种因素影响,难以完整清晰显示病变细节。IVU 检查时需腹部加压,检查时间长,且由于密度分辨力较 低而对阴性结石、小肿瘤以及未压迫侵犯集合系统的 肾实质病变显示较难。目前,磁共振尿路成像(magnetic resonance urography,MRU)检查也应用于马蹄 肾的诊断,但由于空间分辨力较低,对无梗阻性积水的 输尿管显示欠佳,且不能了解肾功能情况和直接显示 结石而限制其应用。近年来,随着多层螺旋 CT 尤其 是 64 层螺旋 CT 的普及,其具有快速采集、单次扫描 覆盖范围大、微体素及各向同性成像、亚秒及多期扫 描,尤其是其强大的图像后处理功能,从而重组出高质 量的三维立体图像的优点而逐渐在马蹄肾血供和合并 症的诊断中得到广泛应用^[4-6]。

由于 64 层螺旋 CT 突出的薄层重建及图像后处 理功能,它不仅可以全面地显示马蹄肾的形态解剖结 构变化;更重要的是它可以通过三维立体成像,充分显 示肾脏血供情况以及合并症的部位、形态、大小、与周 围组织的空间关系。本组 25 例马蹄肾患者使用的图 像后处理方法主要有 3 种: MPR、MIP 和 VR^[5]。 MPR 是在横轴面重建图像的基础上,通过采用冠状 面、矢状面等任意截面截取的数据而获得任意剖面的 重组影像。从而可以从不同角度及方位观察和了解马 蹄肾以及合并症的形态结构和解剖关系。MIP 是指 对沿视角投影轨迹上的容积数据中最大强度进行编码 及图像重组,可真实反映马蹄肾以及供血血管和合并 症的密度变化,对比度高,显示细节较精细,尤其对细 小结石较 VR 敏感,兼有 X 线平片和三维重组的特 点。但 MIP 在血管显示方面立体感不如 VR,不能去 除血管周围骨骼及钙化等高密度结构的遮盖。VR利 用全部的容积扫描数据,通过选择不同阈值、层面和伪 彩实时得到兴趣区的三维立体图像,并且可同时显示 表浅或深在结构的影像,更富三维立体感,能较真实地 显示马蹄肾以及供血血管和合并症的三维立体形态及 其与周围组织的三维空间关系;但 VR 在血管显示方 面对对比剂浓度要求较高,对对比剂浓度较低的靶血 管细小分支显示较差。本组 25 例患者通过采用以上 3种图像后处理方法,其中11例可以观察到肾盂肾盏 扩张积水的形态和程度;8 例可以观察到肾结石的三 维立体形态、部位、数目和大小;10例可以观察肾囊肿 的部位、大小以及与肾盂肾盏的关系:10 例可以发现 感染所导致肾盂壁增厚、线样强化且边缘模糊,周围并 可见渗出性改变;1例合并右肾下极透明细胞癌患者 可以明确显示软组织肿块的范围、密度、大小以及与周 围组织的关系,特别是增强后的血供情况。64 层螺旋 CT 后处理技术中的 MIP 和 VR 技术对血管显示有着 巨大优势^[10],本组25 例患者共观察到71 支肾动脉、6 支副肾动脉,1例合并右肾下极透明细胞癌患者可以 清楚显示该肿瘤由右肾动脉主干发出的外侧分支供 血。

本研究表明,64 层螺旋 CT 肾脏三期扫描和 MPR、VR及 MIP 重组图像不仅可以了解马蹄肾皮质 和髓质以及峡部的形态及解剖结构,而且可以提供完 整的肾脏病变信息包括肾脏排泄功能,从而可对肾功 能作出初步评价。本组 11 例合并肾积水的马蹄肾患 者中,轻度积水 4 例,中度积水 6 例,重度积水 1 例,其 中 2 例呈双侧积水;而马蹄肾患者输尿管须跨越峡部 前面下行,常导致输尿管不同程度的梗阻而使肾功能 减低,引起显影延迟,本组 1 例合并重度积水患者延时 最长达 9h。另见 2 例合并肾盂输尿管移行处结石,肾 脏无明显积水,但实质期对比剂有较长时间滞留,说明 尿路实际存在梗阻。

由此可见,64 层螺旋 CT 后处理技术在诊断马蹄 肾血供和合并症方面具有其独特的优势。但是,图像 后处理技术作为 MSCT 成像的关键,必须以原始轴面 图像为基础,MPR、MIP 及 VR 的联合应用,相互结合 补充才是诊断马蹄肾血供和合并症的最佳方法。

3.64 层螺旋 CT 后处理技术在诊断马蹄肾血供 和合并症中的临床价值

目前,随着腹腔镜器械和手术技巧的不断成熟,腹 腔镜手术治疗马蹄肾合并症已经逐步取代了传统的开 放性手术。随着 64 层螺旋 CT 成像及显示技术的不 断发展,其强大的图像后处理功能为临床外科提供了 精细解剖,可以清晰显示肾下极分支血管、峡部、肾盂 输尿管之间的解剖关系,这既是腹腔镜下离断峡部所 必需,又可判断肾积水的确切原因;尤为重要的是为腹 腔镜手术提供了详细的术前解剖形态学依据,从而避 免动脉出血、尿路损伤及漏尿等并发症的发生。本组 25 例患者 64 层螺旋 CT 后处理图像均清晰显示了马 蹄肾以及供血血管、合并症的形态结构变化和肾功能 情况,为后续治疗提供了可靠依据。本组7例无症状 且单纯合并肾囊肿患者均采用保守治疗,随访观察,预 防感染及尿路结石形成。18例有临床症状的患者因 影响正常生活和工作, 且经保守治疗无效, 故均采用腹 腔镜手术治疗,针对具体病变对症处理[11],手术治疗 主要针对并发症^[12],术后均未发生出血和漏尿等并发 症。因此,随着 64 层甚至"后 64 层 CT"成像和后处理 技术的飞跃发展所带来的精细解剖形态学依据和高质 量三维立体图像,马蹄肾的手术治疗能更好地向着微 创化方向发展。

参考文献:

- [1] Kojima Y, Hayashi Y, Yasui T, et al. Laparoscopic nephrectomy for a girl with giant hydronephrosis of a horseshoe kidney[J]. Int J Urol,2007,14(7):647-649.
- [2] Saggar VR, Singh K, Sarangi R. Retroperitoneoscopic heminephrectomy of a horseshoe kidney for calculus disease[J]. Surg Laparosc Percutan Tech, 2004, 14(3):172-174.
- [3] 高宁,陈合群,杨中青,等. 微创经皮肾镜取石术治疗马蹄肾结石 的效果[J]. 中华泌尿外科杂志,2007,28(9):581-584.
- [4] Turkvatan A, Olcer T, Cumhur T. Multidetector CT urography of renal fusion anomalies[J]. Diagn Interv Radiol, 2009, 15(2):127-134.
- [5] 何亚奇,唐秉航,李良才,等. 泌尿系统先天异常的多层螺旋 CT 尿 路成像诊断[J]. 中华放射学杂志,2006,40(8):853-856.
- [6] 陶然,赵跃华,刘金,等. 螺旋 CT 多层面和多维重建在泌尿系疾病 诊断中的应用[J]. 中华泌尿外科杂志,2007,28(6):382-384.
- [7] Glodny B, Petersen J, Hofmann KJ, et al. Kidney fusion anomalies revisited; clinical and radiological analysis of 209 cases of crossed fused ectopia and horseshoe kidney[J]. BJU Int, 2008, 103(2); 224-235.
- [8] 石明,韩华,魏强,等.先天性马蹄肾临床分析(附 21 例报道)[J]. 华西医学,2005,20(2):322.
- [9] 张豪杰,孙忠全,钱伟庆,等.马蹄肾并发肾透明细胞癌一列报告 [J].中华泌尿外科杂志,2007,28(3):164.
- [10] 张龙江,包颜明,宋光义. 肾动脉的螺旋 CT 血管成像[J]. 放射学 实践,2005,20(8):742-745.
- [11] Talug C, Perlmutter AE, Kumar T, et al. Laparoscopic pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction in a horseshoe kidney
 [J]. Can J Urol, 2007, 14(6): 3773-3775.
- [12] Yohannes P, Smith AD. The endourological management of complications associated with horseshoe kidney[J]. J Urol,2002,168 (1):5-8.