

# 多层螺旋 CT 在活体肾移植供体术前综合评估中的价值

李清海 严福华 朱同玉 许明 徐鹏举 周梅玲 王国民

**【摘要】** 目的 探讨多层螺旋 CT(MSCT) 在活体肾移植供体术前综合评估中的价值。方法 36 名活体亲属供肾者术前均行 MSCT 扫描, 前 25 名行平扫及动脉早期、动脉晚期、排泄期 3 期增强扫描(对比剂注射流率 5 ml/s, 总量 100 ml, 管电压 120 kV), 后 11 名行平扫(100 kV) 及血管期、排泄期(100 kV) 双期增强扫描(对比剂以 2 ml/s 流率注射 40 ml, 以 4 ml/s 流率注射 60 ml), 均采用排泄期的数据进行 CT 尿路成像(CTU)。将图像与经手术证实的 33 名受检者术中所见对照, 评价 MSCT 在评估供肾血管、尿路及肾实质情况的价值。对 2 组不同参数扫描的三维(3D) 重组图像质量采用 Mann-whitney U 精确检验。结果 CT 血管成像(CTA) 对供肾动静脉主干、副肾动脉、动脉提前分叉、肾静脉主干变异、左肾静脉属支和交通支及 CTU 对尿路的显示与术中一致。2 组三维(3D) 血管重组图像质量评分分别为(4.4 ±1.2) 和(4.2 ±1.3) 分, CTU 重组图像质量评分分别为(4.6 ±0.8) 和(4.4 ±0.9) 分, 差异均无统计学意义(Z 值分别为 -0.89、-0.47, P 值均 >0.05)。结论 MSCT 可以直观、准确地评价活体供肾者的血管、尿路及肾实质的情况, 在活体供肾术前综合评估中起着重要作用。

**【关键词】** 肾移植; 体层摄影术, X 线计算机; 尿路造影术

The value of multi-slice spiral CT in the preoperative assessment of living renal donor LI Qing-hai\*, YAN Fu-hua, ZHU Tong-yu, XU Ming, XU Peng-ju, ZHOU Mei-ling, WANG Guo-min.

\* Department of Radiology, Affiliated Zhongshan Hospital of Fudan University, Shanghai 200032, China  
Corresponding author: YAN Fu-hua, Email: yanfuhua@yahoo.com

**【Abstract】** Objective The purpose of this study is to assess the value of multi-slice spiral CT (MSCT) in the preoperative evaluation of living renal donor as a all in one modality. Methods Thirty-six potential living renal donors underwent the examination using a GE light VCT scanner. Informed consent was obtained from all participants. The plain scan, early arterial phase, late arterial phase and excretory phase scans are performed in the former 25 donors (injection rate 5 ml/s, total volume 100 ml, tube tension 120 kV). While in the later 11 donors (2 ml/s 40 ml +4 ml/s 60 ml), the scanning protocol included the plain scan (100 kV), vascular phase and excretory phase scans (100 kV). The excretory phase data were used in the reconstruction of CT urography in both groups. All images were reviewed by one radiologist and one urologist, and the findings of MSCT were compared with intraoperative findings for 33 donors, to investigate the utilities of MSCT in assessing renal vascularity, urinary tract and lesions of renal parenchyma. When discrepancies are found between the two reviewers, consensus was obtained via discussion. Au data was statically processed with SPSS for Windows. Results MSCT angiography is in accordance with intraoperative findings in demonstrating the anatomy of renal arteries and renal vein trunk, accesary arteries, early branching of renal artery. The findings from CTA are highly in accordance with the intraoperative findings, which facilitate intraoperative ligation and reduce relevant complications. CTU demonstrates the anatomy of urinary tract in good agreement with the intraoperative findings. The image quality of 3D vascularity and CTU between the two groups, scored 4.4 ±1.2 vs 4.2 ±1.3 and 4.6 ±0.8 vs 4.4 ±0.9 respectively, no statistical between-groups difference was found (Z = -0.89, -0.47, P > 0.05). Conclusion MSCT multiphase scanning combined with CTA and CTU play a important role in the evaluation of living renal donor, which preoperatively provide detailed information of renal vascularity, urinary tract and renal parenchyma as a all-in-one modality.

**【Key words】** Kidney transplantation; Tomography, X-ray computed; Urography

肾移植是目前治疗终末期肾病的一种重要方

法。随着外科技术的发展, 活体肾移植的开展越来越普遍, 特别是为了避免开放性手术对健康供体的损伤, 腹腔镜供肾切取术正在逐渐成为活体供肾切取的首选术式, 但术前要进行严格评估以便更好地

作者单位: 200032 上海, 复旦大学附属中山医院放射科(李清海、严福华、徐鹏举、周梅玲), 泌尿外科(朱同玉、许明、王国民)

通信作者: 严福华, Email: yanfuhua@yahoo.com

了解供体肾血管、输尿管的解剖结构和变异,减少手术并发症的发生。影像检查在供体术前评估中的作用已受到广泛重视和认可,笔者搜集了 36 名术前行多期多层螺旋 CT(multi-slice spiral CT, MSCT)扫描的活体供肾者资料,旨在探讨 MSCT 在活体肾移植供体术前综合评估中的临床应用价值。

### 资料与方法

1. 临床资料:回顾性分析 2005 年 5 月至 2007 年 6 月期间,复旦大学附属中山医院泌尿外科拟进行亲属活体肾移植的 36 名供体资料,供体术前均进行了多期 MSCT 扫描,检查前均签署了知情同意书。男 16 名,女 20 名,年龄 23 ~ 61 岁,平均 45 岁。1 名发现右肾实性占位性病变,改行右肾根治术;1 名术前行 CT 检查示双肾萎缩,实验室检查血清肌酐升高,不适合做供体;1 名术前自动放弃作为供体,其余 33 名进行了供肾切取术,其中 2 名为右肾切取。

2. MSCT 检查设备及参数:所有供体均采用 GE Light VCT 机进行检查。前 25 名受检者的扫描方法为:先行平扫,后采用高压注射器经肘静脉注射对比剂碘帕醇(300 mg I/ml) 100 ml,注射流率为 5 ml/s,行动脉早期、动脉晚期及排泄期的 3 期增强扫描。动脉早期的延迟时间采用对比剂追踪技术(GE Smart Prep 软件系统)监测而定,监测点位于腹主动脉起始部,于开始注射 10 s 后,启动监测扫描,当监测阈值达 100 HU 时开始 CT 扫描;动脉晚期扫描在动脉早期扫描结束后 15 s 开始;排泄期扫描在动脉晚期扫描结束后 600 s 开始。每次扫描时均让受检者屏气,扫描准备时间为 3 s。自肾上方水平至髂棘水平进行扫描。管电压 120 kV,管电流采用自动毫安技术,噪声指数 8.0,准直层厚  $64 \times 0.625$  mm,床进 36 mm,螺距 0.9, X 线管旋转速度 0.5 s/r。后 11 名受检者的扫描方法为:先行平扫,后采用高压注射器经肘静脉注射对比剂碘帕醇(300 mg I/ml),开始以 2 ml/s 流率注射 40 ml,后改为 4 ml/s 流率注射 60 ml。血管期的延迟时间采用 Smart Prep 软件系统监测而定,监测点位于腹主动脉起始部,于开始注射 25 s 后启动监测扫描,当监测阈值升高 70 HU 时开始 CT 扫描;排泄期扫描在动脉晚期扫描结束后 600 s 开始。每次扫描均让受检者屏气,扫描准备时间为 3 s。扫描参数为:平扫及排泄期管电压降至 100 kV,余参数同上。

所有的 CT 图像均采用体部软组织算法进行薄

层重组,层厚 1.25 mm,间隔 0.70 mm。然后将数据传至 GE Advantage 4.3 工作站,采用 Volume viewer 2 软件包进行三维(3D)重组。

3. 影像分析:由 2 名放射科住院医师对图像进行 3D 重组,根据原始横断面图像结合多平面重组对肾动脉及 CT 尿路成像(CT urography, CTU)采用薄层最大密度投影(thin maximum intensity projection, thin-MIP)及容积再现(volume rendering, VR)进行重组,对静脉的重组主要采用 thin-MIP 法。对前 25 名受检者,利用动脉早期的数据进行动脉重组,动脉晚期的数据进行静脉重组;对后 11 名,利用血管期的数据进行肾动脉及静脉重组;2 组均采用排泄期的数据进行 CTU 重组。当 2 名医师意见不一致时,通过讨论达成共识。

由另外 1 名放射科主任医师及 1 名泌尿外科主任医师共同阅片。经 MSCT 诊断为手术适应证者得到证实,非手术适应证者未获得证实。肾动脉系统的评价内容包括:是否存在副肾动脉及副肾动脉的条数;是否存在动脉提前分叉(分叉处距肾动脉起始部 1.5 cm)。肾静脉系统的评价内容包括:肾静脉主干是否存在解剖变异,如下腔静脉变异引起的左肾静脉回流异常、环主动脉左肾静脉、肾静脉汇合较晚(肠系膜上动脉左侧左肾静脉主干长度 2.0 cm)、副肾静脉及腹主动脉后左肾静脉;左肾上腺静脉、左性腺静脉及汇入左肾静脉的腰静脉的显示情况,异常汇入右肾静脉的肾上腺静脉及性腺静脉;肾静脉异常属支及交通支。CTU 的评价内容包括:是否存在尿路变异、结石、积水及肿瘤等改变。肾实质的评价内容包括:肾是否存在占位病变及病变性质,以及有无肾萎缩。通过对以上方面的综合分析,指导临床选取合适的供体和选择供侧肾,与术中所见进行比较,探讨 MSCT 在活体供肾移植术前评估中的综合价值。工作站允许评价者对图像进行编辑,选择显示参数,包括窗宽、窗位、透光度和亮度。当 2 名评价者之间存在分歧时,共同对图像进行分析,通过讨论达成共识。

对所重组出的 3D 图像的质量采用评分的方法进行评价:图像质量差为 1 分,能够满足诊断要求为 3 分,图像质量高为 5 分。记录每个受检者单位容积内的射线吸收剂量,即 CT 容积剂量指数(CT dose index volume, CTDIvol)值。

4. 统计学方法:采用 SPSS 13.0 软件,对 2 个不同扫描参数组间的 CTDIvol 值采用独立样本均数的 t 检验进行比较,对 2 组间 3D 重组图像的质量采用

Mann-Whitney U 精确检验进行比较,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 肾动脉表现: 5 名存在副肾动脉。1 名为左副肾动脉 2 条, 右副肾动脉 1 条, 但同时存在提前分叉(图 1); 2 名为左、右副肾动脉各 1 条; 1 名为左副肾动脉, 改行右肾切取术(图 2); 1 名为右副肾动脉, 行左肾切取术。3 名左肾动脉存在提前分支, 1 名改行右肾切取术, 1 名行左肾切除术证实(图 3), 1 名未进行手术。2 名右肾动脉存在提前分支(图 4), 行左肾切取术。对切取肾动脉的评价结果与术中所见一致, 无意外发现。

2. 肾静脉表现: 左肾静脉主干变异类型较多, 1 名存在左位下腔静脉, 亦见一细小的左侧副肾静脉汇入下腔静脉(图 5); 1 名为双下腔静脉(图 6)。2 名检出环主动脉左肾静脉, 均经手术证实。2 名左肾静脉汇合较晚, 术中对左肾静脉远段进行了充分的游离, 以保证足够的左肾静脉主干长度(图 7)。2 名行右肾切取术者, 右肾静脉未见异常, 与影像检查所见一致。CT 对肾静脉主干的评价结果与术中所见一致, 无意外发现。右肾静脉主干的变异以副肾静脉常见, 共 10 名(图 8), 其中 2 名为 2 条, 但均未行右肾切取术, 未能得到手术证实。

31 名行左肾切取术者, 28 名左肾上腺静脉显影, 其中 1 名为 2 支, 均经手术证实, 术中又见 1 名有 1 支肾上腺静脉。26 名左性腺静脉显影, 其中 1 名为 2 支, 2 名汇入左肾静脉, 均经手术证实, 术中又见左性腺静脉汇入左肾静脉 2 名。21 名显示腰静脉汇入左肾静脉, 其中 1 名术中未见, 术中又见 3 名 CT 未检出的腰静脉汇入左肾静脉。2 名行右肾切取术者, CT 术前准确显示右肾静脉主干长度  $> 2$  cm。

13 名术前见左肾静脉异常属支存在, 其中 10 名经手术证实, 2 名术前提示存在异常属支, 但术中未探及, 1 名行右肾切取术, 未能得到手术证实。2 名术前 CT 未见异常属支, 但术中见存在异常属支。4 名左肾静脉与腰升静脉交通, 均经手术证实。2 名右肾静脉上缘见肾上腺静脉汇入, 5 名右性腺静脉汇入右肾静脉远段下缘, 2 名右肾静脉见异常属支汇入, 未能得到手术证实。

3. CTU 表现: CTU 术前准确检出 1 名存在双侧的不完全重复肾(图 9), 无积水等合并症存在, 经手术证实。平扫示 2 名左肾见小结石影, 但无肾积水

等异常。

4. 肾实质病变: 肾囊肿 9 名, 其中左肾小囊肿 6 名, 双肾囊肿 2 名, 右肾囊肿 1 名。1 名见明显强化的占位性病变, 经手术证实为肾癌。1 名肾脏萎缩, 临床证实为慢性肾功能不全。

5. 2 个不同参数扫描组间 CTDIvol 及 3D 重组图像质量的比较: 管电压 120 kV 和 100 kV 平扫的 CTDIvol 值分别为  $(13.2 \pm 1.0)$  和  $(7.8 \pm 1.2)$  mGy, 差异有统计学意义 ( $t = 14.1, P < 0.01$ )。2 组 CTU 的 CTDIvol 值分别为  $(17.9 \pm 1.0)$  和  $(10.8 \pm 1.3)$  mGy, 差异亦有统计学意义 ( $t = 18.2, P < 0.01$ ), 后者的放射剂量明显降低, 且动静脉扫描由 2 期变为 1 期, 每期的 CTDIvol 值为  $(16.2 \pm 1.3)$  mGy。2 组间 3D 血管重组图像质量的评分分别为  $(4.4 \pm 1.2)$  和  $(4.2 \pm 1.3)$  分, CTU 重组图像质量的评分分别为  $(4.6 \pm 0.8)$  和  $(4.4 \pm 0.9)$  分, 差异均无统计学意义 ( $Z$  值分别为  $-0.89$  和  $-0.47$ ,  $P$  值均  $> 0.05$ )。

## 讨 论

1. MSCT 在活体肾移植供体术前综合评估中的价值和限度: MSCT 能够准确显示供肾血管、尿路及肾实质的解剖及病变状态, 在活体肾移植术前评估中起重要作用<sup>[14]</sup>。本组中, 2 名受检者 CT 血管成像 (CTA) 示左肾存在副肾动脉或提前分支, 而右肾动、静脉显示良好, 改行右肾切取术; 对 CTA 检出的 3 名左侧副肾动脉及 1 名左肾动脉提前分叉供者, 有利于术中作出正确处理。左肾静脉的异常属支主要包括多支肾上腺静脉、性腺静脉、腰静脉, 以及来自腹腔和腹膜后的无命名异常属支, 左肾静脉也可与腰升静脉形成异常交通; 右肾静脉的异常属支多为肾上腺静脉及性腺静脉。CTA 对肾静脉正常属支、异常属支及交通支的显示与术中所见也有高度的一致性<sup>[5]</sup>, 有利于术中顺利结扎这些分支, 避免静脉撕裂及移植肾血管渗血等并发症的发生, 但对供肾切取术的价值, 并不像静脉主干那样重要。CTU 对供肾尿路的显示情况与术中所见一致, 本组中 1 名受检者行 CTU 显示为双侧不全重复肾, 成功进行了左肾移植手术。本组中未见尿路移行上皮性肿瘤存在。由此可见, MSCT 在活体肾移植术前评估中具有重要价值, 能够为临床医师提供必需的信息和指导, 有利于术中正确处理异常的血管和尿路、缩短手术时间, 减少手术并发症。但是, 其在肾功能评价中也存在一定的局限性, 仅能根据肾体积和动态强化的情况及 CTU 对肾功能作出大

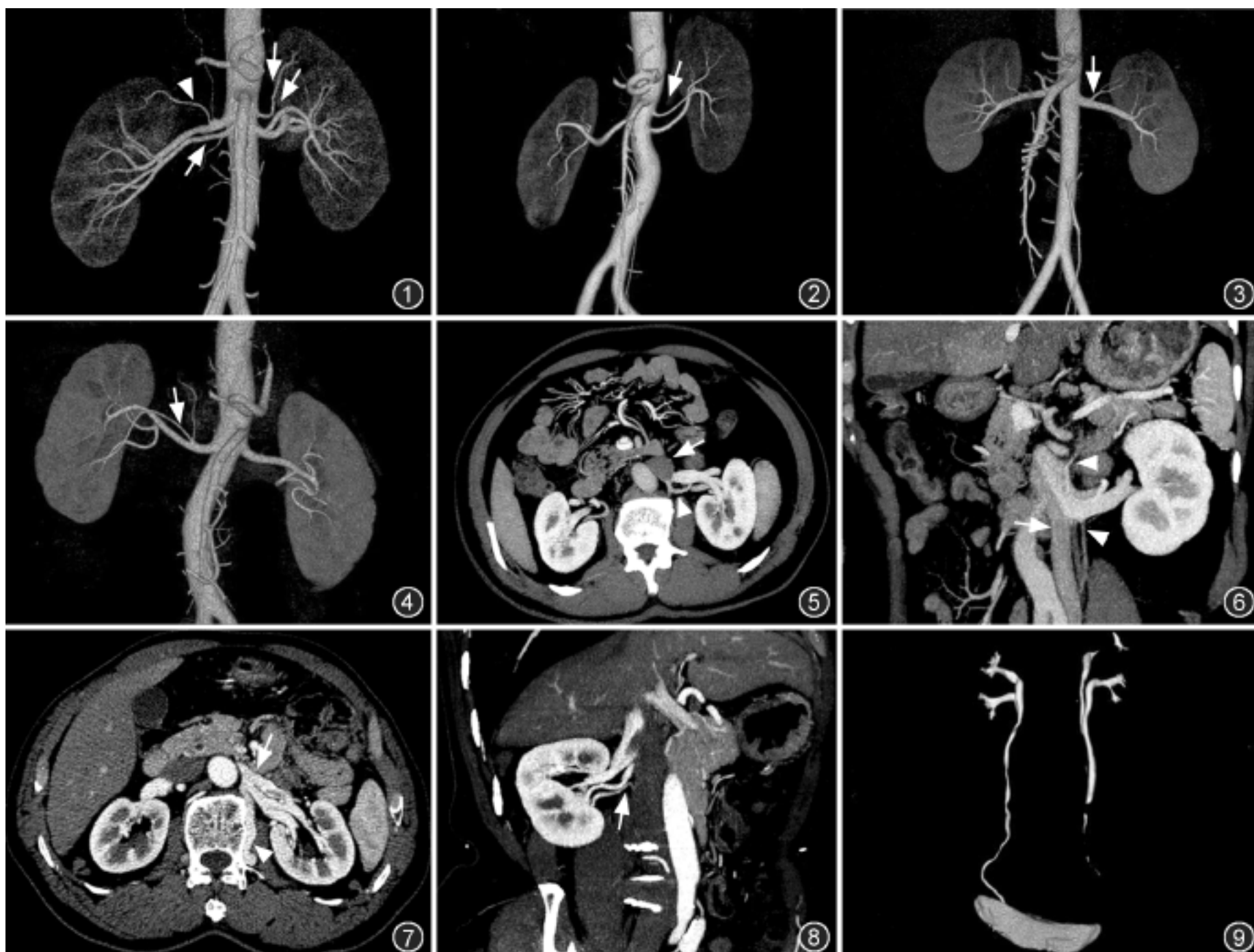


图 1 容积再现 (VR) 重组显像示左侧副肾动脉 2 条 (箭), 右侧副肾动脉 1 条 (箭), 但其上方肾动脉发出提前分支供应右肾上极 (箭头), 且右肾静脉主干较短, 行左肾切取术 图 2 VR 像示左侧副肾动脉 1 条 (箭), 右肾动脉未见异常, 行右肾切取术 图 3 VR 像示左肾动脉提前分叉 (箭), 左肾动脉主干长度约 0.9 cm。右肾动脉未见异常, 但右侧副肾静脉 1 条, 且主干较短, 仍行左肾切取术 图 4 VR 像示右肾动脉提前分叉 (箭), 右肾动脉主干长度约 1.0 cm。左肾动脉未见异常 图 5 薄层最大密度投影像示下腔静脉位于脊柱左侧 (箭), 见 1 条细小的左肾静脉分支 (箭头) 与腰静脉汇合后, 汇入左位下腔静脉, CT 血管成像 (CTA) 诊断为: 左位下腔静脉。因右肾动脉存在提前分叉, 行左肾切取术 图 6 薄层最大密度投影像示左肾静脉汇入左侧的下腔静脉 (箭), 下缘见性腺静脉汇入 (箭头), 肾上腺静脉汇入左侧下腔静脉, CTA 诊断为: 双下腔静脉。因右侧副肾动脉 1 条, 行左肾切取术 图 7 横断面薄层重组图像示肠系膜上动脉左侧左肾静脉主干长度 < 2.0 cm (箭), 且汇合处见一粗大腰静脉汇入 (箭头), CTA 诊断为: 左肾静脉汇合较晚。因右侧副肾静脉 1 条, 行左肾切取术 图 8 薄层最大密度投影像示右肾见一细小的副肾静脉存在 (箭) 图 9 VR 像示双侧不完全重复肾畸形, 因右肾副肾动脉 1 条, 行左肾切取术

体的判断, 并不能对其进行定量评价。

2. 活体肾移植术前评估的 MSCT 扫描技术探讨: 随着 MSCT 的发展, 扫描速度、图像质量和后处理技术水平都有了很大提高。目前, MSCT 检查技术的重点是在保证图像质量满足临床诊断需要的同时, 最大限度的减少受检者的射线剂量<sup>[6-7]</sup>。以往, 肾动静脉分别采用动脉早期及晚期来显示, 尽管能获得满意的效果, 但射线剂量较大, 且不能同时清楚显示肾动静脉的解剖<sup>[2-3, 8]</sup>。笔者曾采用一期 (动脉晚期) 结合图像融合技术来同时显示肾动静脉, 取得了满意效果<sup>[9]</sup>, 但此期动脉的强化程度明显减低, 对血管重组的准确性很大程度地依赖重组医师

水平, 且图像融合后处理耗时较多, 因此, 笔者考虑通过改变对比剂注射方案来达到一期显示肾动静脉的目的。本组的方法为开始的低流率对比剂注射 (2 ml/s 流率注射 40 ml) 保证了肾静脉及其属支的充分显影, 其后续的高流率注射 (4 ml/s 流率注射 60 ml) 保证了肾动脉有足够的对比剂浓度。本组的后 11 名供者均采用了双流率对比剂注射及低放射剂量的扫描方案, 能够同时清楚地显示肾动静脉解剖, 对供肾动静脉主干的评价与术中所见一致, 能够满足临床的需要。对肾静脉属支及交通支的显示情况, 还需要进一步大样本量的对比研究。采用低剂量 CTU 来取代静脉肾盂造影, 不但明显减少常规

CTU 的放射剂量,也避免了供体进行不同检查的不便和多次注射对比剂的不适感,且 2 组 3D 重组图像质量间差异无统计学意义,能被推广应用<sup>[10]</sup>。采用低放射剂量平扫也能有效检出泌尿系统的结石性病变,且明显减少了受检者的放射剂量<sup>[11]</sup>。因此,采用改进的对比剂注射方案,能够一期获得清晰的肾动静脉图像,同时结合低剂量的平扫和 CTU,大大减少了供体的放射剂量,在活体肾移植术前评估中可被作为一种推荐的扫描方案,即平扫、血管期及排泄期。

综上所述,MSCT 多期扫描结合 CTA 及 CTU 重组可以准确显示供体肾血管、尿路和肾实质情况,在活体供肾术前评估中起着非常重要的作用,能够作为术前影像学检查的“一站式”检查方法。笔者认为可采用双流率对比剂注射及低放射剂量的扫描方案,作为活体供肾术前评估的标准扫描方案。

志谢 感谢复旦大学公共卫生学院卫生统计与社会医学教研室冯学山教授对本研究数据统计处理给予的帮助

#### 参 考 文 献

- [1] Sahani DV, Rastogi N, Greenfield AC, et al. Multi-detector row CT in evaluation of 94 living renal donors by readers with varied experience. *Radiology*, 2005, 235: 905-910.
- [2] Kawamoto S, Montgomery RA, Lawler LP, et al. Multidetector CT angiography for preoperative evaluation of living laparoscopic kidney donors. *AJR*, 2003, 180: 1633-1638.
- [3] Kawamoto S, Lawler LP, Fishman EK. Evaluation of the renal venous system on late arterial and venous phase images with MDCT angiography in potential living laparoscopic renal donors. *AJR*, 2005, 184: 539-545.
- [4] Johnson JE, Loveday EJ, Archer LJ, et al. Preoperative evaluation of live renal donors using multislice CT angiography. *Clin Radiol*, 2005, 60: 771-777.
- [5] Baniel J, Foster RS, Donohue JP. Surgical anatomy of the lumbar vessels: implications for retroperitoneal surgery. *J Urol*, 1995, 153: 1422-1425.
- [6] Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Strategies for CT radiation dose optimization. *Radiology*, 2004, 230: 619-628.
- [7] Ertl-Wagner BB, Hoffmann RT, Bruning R, et al. Multi-detector row CT angiography of the brain at various kilovoltage settings. *Radiology*, 2004, 231: 528-535.
- [8] Del Pizzo JJ, Sklar GN, You-Cheong JW, et al. Helical computerized tomography arteriography for evaluation of live renal donors undergoing laparoscopic nephrectomy. *J Urol*, 1999, 162: 31-34.
- [9] 李清海,严福华,徐鹏举,等. 动脉晚期 CTA 融合图像在肾动静脉系统评估中的价值. *实用放射学*, 2007, 23: 1210-1223.
- [10] Raman SS, Pojchamarnwiputh S, Muangsomboon K, et al. Surgically relevant normal and variant renal parenchymal and vascular anatomy in preoperative 16-MDCT evaluation of potential laparoscopic renal donors. *AJR*, 2007, 188: 105-114.
- [11] Mulkens TH, Daineffe S, De Wijngaert R, et al. Urinary stone disease: comparison of standard-dose and low-dose with 4D MDCT tube current modulation. *AJR*, 2007, 188: 553-562.

(收稿日期:2007-10-08)

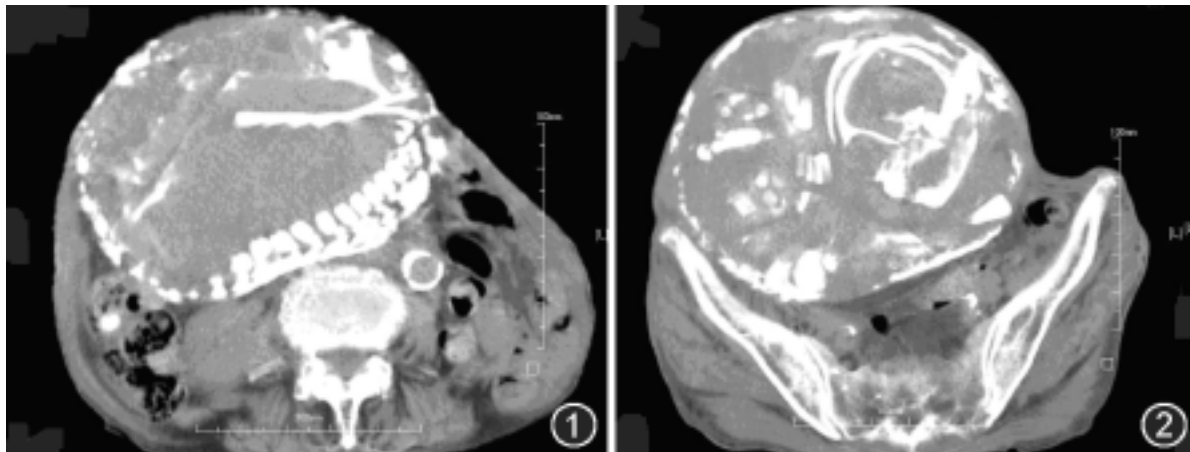
(本文编辑:张晓冬)

## · 读片集萃 ·

### 90 岁妇女腹腔妊娠 58 年一例

刘云国 汪桂花

患者 女,90 岁,因腰痛就诊。体检:下腹部可触及一个约 20.0 cm×20.0 cm 的肿块,略偏于右侧,质硬,边界较清楚。行腹部 CT 检查时发现右中下腹有一约 19.3 cm×13.9 cm×19.0 cm(左右径×前后径×上下径)的巨大混杂密度影,其间见一具较完整的胎儿骨骼影及多数点片状高密度钙化影,周围结构清楚,邻近肠管受压移位,腹膜后结构受压移位。肿块向前突出腹部表面。子宫形态完整,大小密度未见异常。膀胱显示清楚(图 1,2)。CT 诊断为腹腔妊娠(石胎)。



罕见。询问病史患者系 32 岁时(58 年前)足月妊娠,为成活胎儿,由于当时地处偏远山区,医疗条件落后,未曾行手术剖腹取胎术。58 年来下腹部包块无明显变化。

(收稿日期:2007-06-17)

(本文编辑:张晓冬)

作者单位:620010 四川省眉山市第一人民医院放射科(刘云国现在四川省乐山市红十字会医院放射科,614000);四川省乐山市红十字会医院内一科(汪桂花)