

• 腹部影像学 •

CT 血管成像结合图像融合技术在肾静脉系统评估中的价值

李清海, 严福华, 王国民, 许明, 叶芳, 曾良斌

【摘要】 目的:探讨动脉晚期 CT 血管成像(CTA)结合图像融合技术在肾静脉系统评估中的价值。**方法:**46 例超声提示肾占位性病变的患者和 5 例活体供肾者行 CT 平扫和动脉早期、晚期及实质期三期动态增强扫描。利用动脉晚期的数据进行肾静脉图像重组、动脉早期的数据进行肾动脉图像重组,并将两组图像融合在一起。分析 CTA 结合图像融合技术对评价肾静脉系统的价值。**结果:**动脉晚期 CTA 结合图像融合技术能清楚地显示肾静脉主干的变异,包括环主动脉左肾静脉、腹主动脉后左肾静脉及多条右肾静脉,其显示率分别为 15.7%、2.0% 和 31.4%。且能准确显示肾静脉属支,包括左肾上腺静脉、左性腺静脉、汇入左肾静脉的腰静脉、汇入右肾静脉的右肾上腺静脉及右性腺静脉,其显示率分别为 88.2%、88.2%、62.7%、3.9% 和 2.0%,与利用动脉晚期原始图像结合多平面重组对肾静脉系统的显示情况完全一致。实质期对显示细小属支和交通支有补充作用,对肾静脉的显示明显差于动脉晚期,但两者间差异无显著性意义($P>0.05$)。**结论:**动脉晚期 CTA 结合图像融合技术不仅能清楚显示肾静脉系统的整体解剖,且能同时显示动静脉系统的解剖信息,在肾脏病变的术前评估中有重要价值。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 肾静脉; 血管造影术; 图像融合技术

【中图分类号】 R814.42; R737.11 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2007)07-0718-05

CT Angiography with Fusing Imaging Technique in the Evaluation of Renal Venous System LI Qing-hai, YAN Fu-hua, WANG Guo-min, et al. Department of Radiology, Zhongshan Hospital of Fudan University, Shanghai 200032, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the value of late arterial phase CT angiography (CTA) with fusion imaging technique (FIT) in assessing renal venous system. **Methods:** Forty-six patients with detected renal lesion by ultrasonic examination and 5 potential living renal donors underwent the plain scan and triphasic dynamic contrast-enhanced scan. The acquired data sets were transferred to GE Advantage Workstation 4.2 for CTA reconstruction with the software packages of Volume Viwer 2. The CTA images of renal veins with late arterial phase data and renal arteries with early arterial phase data were fused together in volum rendering (VR) mode. The renal vein was further assessed on the parenchymal phase images combining with multiplanar reconstruction (MPR). All the images were assessed by two chief radiologists to investigate the advantages of late arterial phase CTA with fusion imaging technique in assessing renal veins. When discrepancies were found between the two reviewers, consensus was obtained by discussion. **Results:** Renal venous system was demonstrated clearly on the late arterial phase VR images with FIT, which was in coincident with the visualized on raw images with MPR. The anomaly of renal vein trunk includes circumaortic left renal vein, retroaortic left renal vein and multiple right veins, the depiction rate of which is 15.7%, 2.0% and 31.4% respectively. The depiction rate of left adrenal vein, left gonadal vein, lumbar vein draining into left renal vein, right adrenal vein and gonadal vein draining into right renal vein is 88.2%, 88.2%, 62.7%, 3.9% and 2.0%, corresponding to 92.2%, 94.1%, 66.7%, 3.9% and 2.0% in parenchymal phase respectively. No statistical significance was found between these two groups ($P>0.05$). The image quality of late arterial phase images was remarkably superior to that of parenchymal phase images. **Conclusion:** The late arterial phase VR images with FIT can not only accurately demonstrate the renal vein anatomy, but also demonstrate the renal veins and arteries simultaneously, which helps to understand the anatomic correlation of renal veins and arteries.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Renal vein; Angiography; Fusion imaging technique

随着多层螺旋 CT 的不断发展,CT 血管成像(CT angiography, CTA)的应用越来越普遍。以往因受技术条件的限制,CTA 多局限于评价肾动脉系统,而根据以往的手术经验,肾静脉系统的变异亦较多,常给手

术带来不必要的麻烦。因此,术前评价肾静脉系统也非常重要。本文旨在探讨肾动脉晚期 CTA 结合图像融合技术在肾静脉系统评价中的临床应用价值。

材料与方 法

46 例超声提示肾占位性病变的患者和 5 例活体供肾者,均进行多期 MSCT 增强扫描,其中男 30 例,

女 21 例, 年龄 25~81 岁, 平均 58.8 岁。

采用德国 Siemens Somatom Sensation 16 层螺旋 CT 机进行扫描。51 例患者均先行平扫, 后采用高压注射器 (MCT plus, Medrad, Pittsburgh) 经肘静脉注射非离子型对比剂碘比乐 100 ml (上海博莱科信谊药业有限公司生产, 300 mgI/ml), 注射流率 5 ml/s, 行动脉早期、动脉晚期和实质期三期动态增强扫描。动脉早期的延迟时间采用 Bolus Tracking 软件系统监测而定, 监测点位于腹主动脉起始部, 于注射对比剂 10 s 后, 启动监测扫描, 当监测阈值达 100 HU 时, CT 扫描自动开始; 动脉晚期延迟时间为动脉早期扫描结束后 15 s; 实质期扫描在动脉晚期扫描结束后 40 s。每次扫描时患者均屏气。扫描参数: 120 kV, 100~195 mAs, 0.75 mm×16i, 12 mm/s, 螺距 1, 球管旋转一圈时间 0.5 s, 扫描范围自肾脏上方至髂棘水平。所有的影像均采用体部软组织算法进行薄层重建, 层厚 1 mm, 间隔 0.6 mm。将数据传到 GE Advantage Workstation 4.2 进行图像重组, 采用 Volume Viwer 2 软件包。

由两名经验丰富的放射科医师采用容积再现 (volume rendering, VR) 方法进行 CTA 图像重组。首先对动脉晚期原始图像结合多平面重组 (multiplanar reformation, MPR) 进行仔细观察, 然后根据观察结果进行肾静脉系统的 VR 重组, 同时采用图像融合技术。方法为, 首先分割出肾静脉系统, 去除其它不需要的组织, 并对图像显示参数进行调节 (包括窗宽、窗位、透光度和亮度), 且添加蓝色伪彩, 以获得最佳质量的 VR 图像。对于显影不佳的血管支, 采用单独提取血管的方法, 首先将其单独提取出来, 通过调节参数使其显示清楚, 再加上同样的伪彩, 融入主图像中。然后利用动脉早期的数据对肾动脉系统进行 CTA 重组, 与重组肾静脉采用同样的方法, 但添加红色伪彩。最后采用双期图像融合技术将两者融合在一起, 有时也将骨骼融合进血管重组图像中。当两名医师之间意见存在分歧时, 通过讨论达成共识。本研究对肾动脉的重组图像仅用于图像融合, 未做详细的评估。

由另两名放射科主任医师利用动脉晚期原始图像结合 MPR 来评价 VR 融合图像对肾静脉系统的显示情况。同时对采用和未采用图像融合技术的肾静脉 VR 图像进行比较, 分析图像融合技术在肾静脉系统评价中的优越性。另外, 也评价实质期图像对肾静脉系统的显示情况, 且与动脉晚期图像对肾静脉系统的显示情况进行比较。

肾静脉系统的评价内容包括: 左肾静脉是否存在解剖变异, 如腹主动脉后左肾静脉和环主动脉左肾静

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率及条数; 右肾静脉的条数。工作站允许评价者对图像进行编辑, 主观的选择显示参数, 包括窗宽、窗位、透光度和亮度。当两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。

左肾上腺静脉、左性腺静脉和左腰静脉在动脉晚期和实质期图像中检出率的比较, 采用配对卡方检验, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

结 果

1. VR 融合图像对肾静脉系统的显示情况及与实质期的比较

两名放射科主任医师一致认为 VR 融合图像能够清楚准确地显示肾静脉系统的解剖, 与利用动脉晚期原始图像结合 MPR 对肾静脉系统的评价结果完全一致。

肾静脉主干: 本组有 8 例 (8/51) 存在环主动脉左肾静脉, 其中 1 例左肾静脉环主动脉后, 其远端分支分为两支分别汇入下腔静脉, 3 例左肾静脉腹主动脉后分支独立起自肾脏, 汇入下腔静脉 (图 1~3)。发现腹主动脉后左肾静脉 1 例, 其远段分为两支分别汇入下腔静脉 (图 4)。环主动脉左肾静脉和腹主动脉后左肾静脉的显示率分别为 15.7% 和 2.0%。16 例 (16/51, 31.4%) 存在多条独立汇入下腔静脉的右肾静脉, 其中 13 例有 2 支右肾静脉 (图 5), 3 例有 3 支。左右肾静脉在实质期图像上没有额外发现, 但图像质量明显下降。

肾上腺静脉: 45 例 (45/51) 左肾上腺静脉显影, 其中 2 例为两支左肾上腺静脉, 3 例左肾上腺静脉粗大且与脾静脉交通 (图 6)。左肾上腺静脉在动脉晚期图像上的显示率为 88.2%, 在实质期图像上又发现了 2 例动脉晚期图像上未显影的左肾上腺静脉, 显示率为 92.2%; 两期图像对左肾上腺静脉的显示率差异无统计学意义 ($\chi^2=0.5, P>0.05$)。2 例显示右肾上腺静脉汇入右肾静脉根部上缘, 动脉晚期显示率为 3.9%。实质期图像上无额外发现。

性腺静脉: 在动脉晚期图像上 45 例左性腺静脉显影, 其中 3 例为 2 支 (图 7), 显示率为 88.2%; 实质期新发现了 3 例动脉晚期未显影的左性腺静脉, 显示率为 94.1%。两期图像对左性腺静脉显示率的差异无统计学意义 ($\chi^2=1.3, P>0.05$)。仅 1 例动脉晚期图像上显示右性腺静脉汇入右肾静脉根部下缘 (图 7), 显示率为 2.0%。实质期图像上无额外发现。

腰静脉: 32 例显示腰静脉汇入左肾静脉, 其中 3

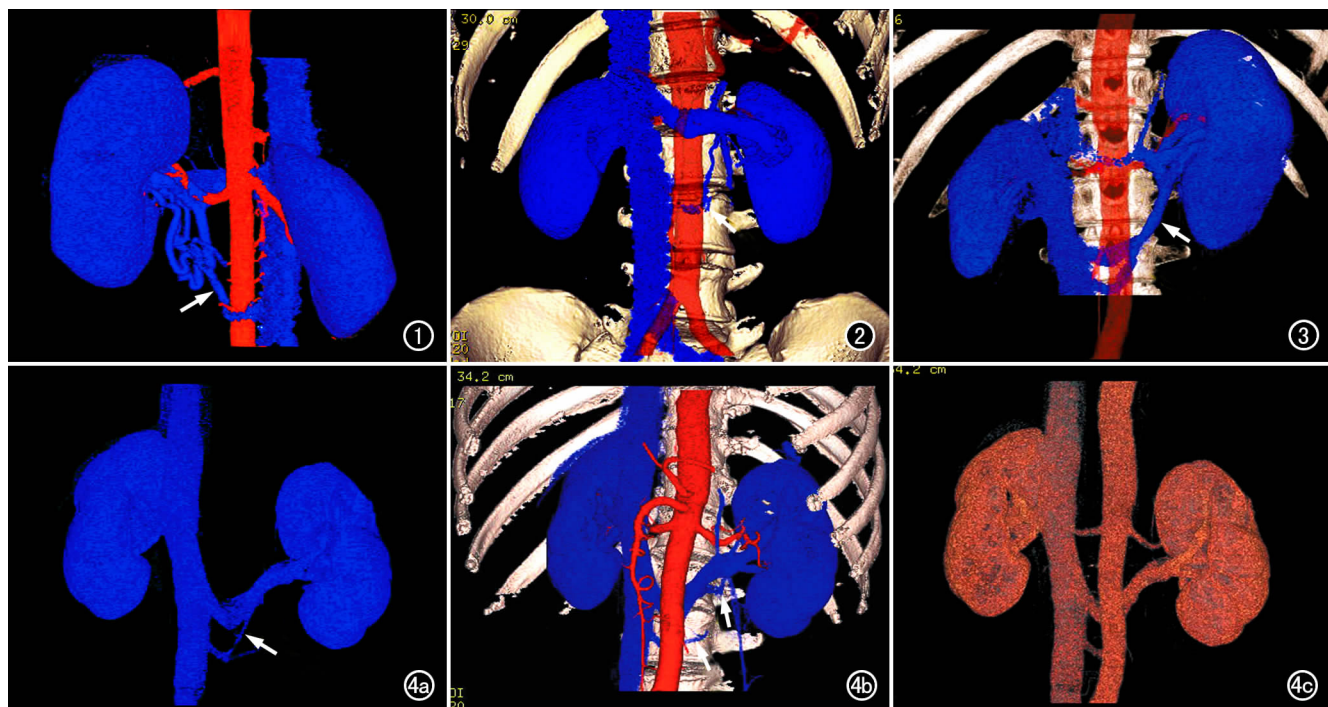


图1 环主动脉左肾静脉。VR融合图像(后面观)示独立起自肾门的左肾静脉分支经主动脉后方汇入下腔静脉(箭),肾门处亦见扭曲的静脉血管影。图2 环主动脉左肾静脉。VR融合图像(主动脉透明化)示左肾静脉发出一细小分支(箭),向下走行于主动脉后方,汇入下腔静脉。图3 环主动脉左肾静脉。VR融合图像(主动脉透明化)示左肾静脉腹主动脉后分支粗大(箭),且远段分为两支汇入下腔静脉。图4 腹主动脉后左肾静脉。a) 静脉VR图像示左肾静脉主干向下走行,远段发出一细小分支(箭),独立汇入下腔静脉; b) VR融合图像示左肾静脉走行于主动脉后方,并见两支腰静脉汇入(箭); c) 未采用融合技术的VR图像不能清楚显示动静脉的走行关系,对静脉的细小属支和交通支的显示也较差,图像质量明显差于采用融合技术的动脉晚期图像。

例与左腰升静脉交通,腰升静脉粗大(图8)。腰静脉动脉晚期的显示率为62.7%。实质期发现了2例动脉晚期上未显影的腰静脉汇入左肾静脉,显示率为66.7%。两期扫描对腰静脉显示率的差异无统计学意义($\chi^2=0.5, P>0.05$)。

2. 采用与未采用图像融合技术的VR图像对肾静脉系统显示的比较

两位放射科主任医师对采用和未采用图像融合技术的VR图像进行评价,结果表明通过应用图像融合技术,VR图像质量有了明显提高,且在以下两方面具有明显优势:肾静脉的细小属支和交通支能在VR图像上清楚显示,这在不采用融合图像技术的VR图像上很难做到(图4、7);双期融合图像能同时显示肾动、静脉系统的解剖,更立体直观地显示肾静脉与动脉的走行关系,有利于临床医师进行诊断(图4)。

讨论

采用腹腔镜行肾脏手术在临床的应用日益受到重视和推广,与开放性肾手术相比,其具有创伤小、疼痛

少、恢复快、住院时间缩短等诸多优点,而且患者的满意度高。但是腹腔镜手术对术前准确掌握相关的血管解剖信息有更高的要求,不但要评价肾动脉系统,肾静脉系统的评价也很重要。以往的CTA对肾动脉显示极佳,而对肾静脉系统的显示仍有一定困难。近来出现的图像融合技术,能够准确地将不同部位和不同期相的图像融合在一起,使立体直观的同时显示动静脉系统的解剖关系成为可能。目前,图像融合技术在肾血管方面的应用还未见文献报道。

1. 图像融合技术在肾静脉系统评估中的临床应用初探

近来开发的图像融合技术,在国外已见相关应用报道,主要用于胃周动、静脉的术前评估^[1],但目前尚无该技术在肾脏方面应用的报道。本组51例动脉早期肾动脉及动脉晚期肾静脉VR图像重组过程中,均采用了图像融合技术,两期VR图像融合在一起。两位放射科医师对其与动脉早期及动脉晚期的VR图像进行了对比,一致认为图像融合技术的应用,不仅使VR图像质量有了很大的提高,且在肾静脉系统的评

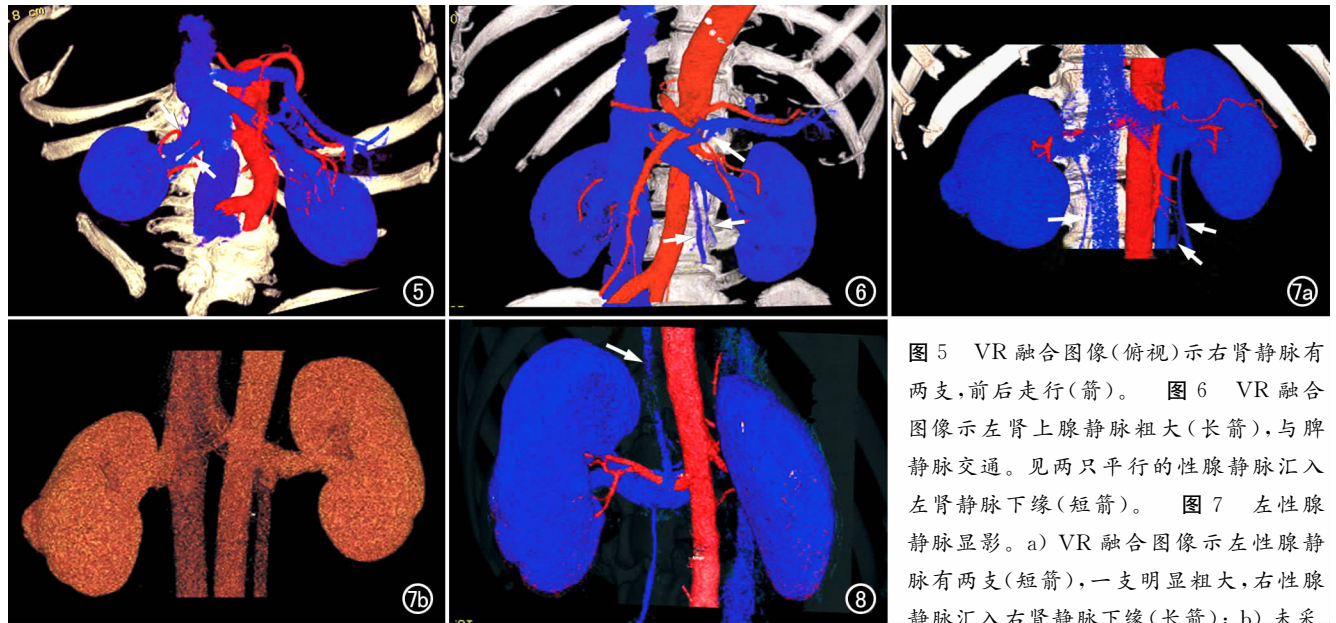


图 5 VR 融合图像(俯视)示右肾静脉有两支,前后走行(箭)。图 6 VR 融合图像示左肾上腺静脉粗大(长箭),与脾静脉交通。见两只平行的性腺静脉汇入左肾静脉下缘(短箭)。图 7 左性腺静脉显影。a) VR 融合图像示左性腺静脉有两支(短箭),一支明显粗大,右性腺静脉汇入右肾静脉下缘(长箭); b) 未采

用图像融合技术的 VR 图像上左右肾静脉属支显示不清。图 8 VR 融合图像示左肾静脉与走行于脊柱左侧的左腰升静脉交通,左腰升静脉粗大(箭)。

价中具有以下两方面的优势。

一方面,VR 融合图像能够同时提供肾脏动静脉系统的解剖,有利于显示动静脉系统的三维立体走行关系。例如可以清楚显示腹主动脉后左肾静脉及环主动脉左肾静脉与主动脉的走行关系。且通过添加伪彩的方法,将动静脉分别以不同颜色表示,更有利于识别和观察。特别有利于外科医师术前全面、客观、可靠的掌握血管解剖信息,有助于制定详细的手术方案,缩短手术时间和减少并发症的发生。

另一方面,VR 融合图像能够清楚显示肾静脉的细小属支、交通支。这些细小的血管由于管径细及显影较淡,以往多采用原始图像结合 MPR 或层块最大密度投影的方法来显示^[2-5],而有利于显示血管系统整体解剖的 VR 法和最大密度投影的重组方法,在肾静脉系统显示中的应用受到限制。采用图像融合技术,可以将这些细小的血管单独提取出来,通过调节显示参数,使其显示更加清楚,再对其加上同样的伪彩,融合入主图像中,这样在不影响其他血管信息显示的前提下,使这些细小血管的显示更加清楚。因此图像融合技术的应用,使得在 VR 图像上立体显示肾静脉系统的整体解剖成为现实。

2. 动脉晚期 CTA 结合图像融合技术在肾静脉系统评估中的价值

众所周知,肾动脉变异的检出,有利于避免副肾动脉误扎及正确处理提前分支的肾动脉,对肾脏外科手术尤其是腹腔镜手术有很大的价值。但是肾静脉的变

异亦经常给手术带来许多困难。因此,术前准确了解肾静脉系统的解剖变异,非常有利于术中准确分离和结扎血管,避免因损伤异常静脉所引起的出血等并发症,同时缩短了手术时间、减少创伤^[6,7]。本研究结果表明,动脉晚期 CTA 能够准确显示肾静脉系统的解剖,尤其是图像融合技术的应用,使肾静脉系统的整体解剖在 VR 图像上能够清楚准确地显示,与利用原始图像结合 MPR 对肾静脉系统的显示结果完全一致,且图像质量明显优于不采用融合技术的 VR 图像,同时显示了肾动脉系统的解剖,有利于临床医师详细的理解和掌握肾动静脉的解剖,为术前评估提供了重要的补充信息。

本研究结果表明,肾静脉主干的变异主要包括环主动脉左肾静脉、腹主动脉后左肾静脉和多支右肾静脉等。本组环主动脉左肾静脉的显示率为 15.7%,与以往文献^[5]报道的发生率 2%~17% 相符。腹主动脉后左肾静脉的显示率约为 2.0%,也与以往文献^[8]报道的 2%~3% 相符。右肾出现多条静脉的概率较高,本组显示率为 31.4%。本研究也统计了左肾上腺静脉、左性腺静脉及汇入左肾静脉的腰静脉的 CTA 显示率,在动脉晚期图像上显示率分别为 88.2%、88.2% 和 62.7%,在实质期 CTA 图像上显示率分别为 92.1%、94.1% 和 68.6%。其中,左肾上腺静脉与脾静脉交通及左肾静脉借腰静脉与左腰升静脉交通,各见于 3 例患者,相应的左肾上腺静脉和左腰升静脉代偿性粗大。对右肾的评估中,右肾上腺静脉汇入右肾

静脉上缘 2 例,右性腺静脉汇入右肾静脉下缘 1 例,其显示率分别为 3.9% 和 2.0%,以往没有关于 CTA 显示此种变异的报道。

尽管实质期显示细小属支和交通支的敏感性较动脉晚期高,但由于静脉内的对比剂浓度已明显降低,严重影响了 CTA 重组图像的质量,且两组之间对各细小分支的显示率差异无显著性意义,因此,笔者认为肾静脉系统的显示仍以动脉晚期 CTA 图像为主,实质期图像可以作为一个补充,且用来评价肾实质的病变。但需注意,合适的动脉晚期扫描延迟时间和高注射流率在肾静脉系统 CTA 中至关重要。

以往对肾动脉系统的 CTA 评价,已有较多的报道,其价值已得到放射科医师及临床医师的广泛认同,现已取代 DSA,成为术前肾动脉系统评价的首选方法^[2,9,10]。本研究的重点是讨论动脉晚期 CTA 结合图像融合技术对肾静脉系统的评价情况,因此本文未对肾动脉进行详细的评估,对肾动脉系统的 VR 重组,只用于图像融合。

总之,动脉晚期 CTA 能准确显示肾静脉系统的解剖,为肾脏外科手术尤其是腹腔镜手术提供了必需的血管解剖信息。尤其是图像融合技术的应用,不仅能在 VR 图像上整体显示肾静脉系统的解剖,且能够同时显示肾动脉系统的解剖,有利于临床医生术前准确地掌握肾血管解剖,有重要的临床应用价值。但需要注意,随着后处理功能的不断发展,人为因素对血管重组的影响也日益明显,因此一定要强调结合原始图像的评阅,以免产生错误的 3D 血管重组图像。

参考文献:

- [1] Matsuki M, Tanikake M, Kani H, et al. Dual-phase 3D CT Angiography During a Single Breath-hold Using 16-MDCT: Assessment of Vascular Anatomy before Laparoscopic Gastrectomy[J].

AJR, 2006, 186(4): 1079-1085.

- [2] Platt JF, Ellis JH, Korobkin M, et al. Potential Renal Donors: Comparison of Conventional Imaging with Helical CT[J]. Radiology, 1996, 198(2): 419-423.
- [3] Mathews R, Smith PA, Fishman EK, et al. Anomalies of the Inferior Vena Cava and Renal Veins: Embryologic and Surgical Considerations[J]. Urology, 1999, 53(5): 873-880.
- [4] Del Pizzo JJ, Sklar GN, You-Cheong JW, et al. Helical Computerized Tomography Arteriography for Evaluation of Live Renal Donors Undergoing Laparoscopic Nephrectomy[J]. J Urol, 1999, 162(1): 31-34.
- [5] 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[J]. AJR, 2005, 184(2): 539-545.
- [6] Kawamoto S, Montgomery RA, Lawler LP, et al. Multidetector CT Angiography for Preoperative Evaluation of Living Laparoscopic Kidney Donors[J]. AJR, 2003, 180(6): 1633-1638.
- [7] El Fettuou HA, Herts BR, Nimeh T, et al. Prospective Comparison of 3-dimensional Volume Rendered Computerized Tomography and Conventional Renal Arteriography for Surgical Planning in Patients Undergoing Laparoscopic Donor Nephrectomy[J]. J Urol, 2003, 170(1): 57-60.
- [8] Aljabri B, MacDonald PS, Satin R, et al. Incidence of Major Venous and Renal Anomalies Relevant to Aortoiliac Surgery as Demonstrated by Computed Tomography[J]. Ann Vasc Surg, 2001, 15(6): 615-618.
- [9] Manu MA, Harza M, Manu R, et al. Comparative Study of Helical CT Scan Angiography, Conventional Arteriography, and Intraoperative Findings for the Evaluation of Living Renal Transplant Donors[J]. Transplant Proc, 2001, 33(1-2): 2028-2029.
- [10] Rankin SC, Jan W, Koffman CG. Noninvasive Imaging of Living Related Kidney Donors: Evaluation with CT Angiography and Gadolinium-enhanced MR Angiography[J]. AJR, 2001, 177(2): 349-355.

(收稿日期: 2006-11-09 修回日期: 2007-01-23)

下期要目

磁共振 SPIR-3D-FFE-T₁ WI 序列对膝关节

早期剥脱性骨软骨炎软骨损伤的实验研究

经动脉灌注纳米微粒治疗兔肝 VX2 肿瘤的实验研究

多层螺旋 CT 在 +Gx 作用致猴脑部损伤研究中的应用
下视丘胶质瘤的临床与 MRI 诊断

肌萎缩侧索硬化症磁共振扩散张量成像与临床相关性分析

64 层容积 CT 尿路造影对输尿管梗阻性病变的诊断价值

额顶叶占位性病变对脑运动功能影响的 DTI 研究

平山病的 MRI 诊断价值

囊性脑膜瘤的 CT、MRI 诊断

头颈部 CT 血管成像数据的综合应用

螺旋 CT 后处理技术在肺癌新分期中的临床价值

64 排 CT 冠状动脉造影检测冠状动脉畸形价值初探

胃灌注 CT 成像的初步研究

副脾的 CT 诊断与误诊原因分析

螺旋 CT 及重组技术对粪石性肠梗阻的诊断价值