

非对比剂增强 MRA 在肾静脉血管成像中的应用价值

李晓娟, 陈晓, 孟晓岩, 汤浩, 李浩杰, 胡道予

【摘要】 目的:评估多反转脉冲空间标记(SLEEK)非对比剂增强磁共振血管成像(NCE-MRA)技术对显示肾脏肿瘤患者肾静脉的可行性及静脉内瘤栓的诊断效能。**方法:**纳入行手术治疗的肾脏肿瘤患者共 32 例,所有患者均知情同意,32 例患者均行 SLEEK 序列扫描,获取双肾静脉及下腔静脉原始图像。对 70 支肾静脉及 32 支下腔静脉的原始图像、最大密度投影(MIP)图像、多平面重建图像进行评估,包括图像质量、瘤栓显示,以病理结果为金标准,评估 SLEEK 对瘤栓显示的准确度、敏感度及特异度。**结果:**非肿瘤侧肾静脉(34 支)图像质量评分均在 2 分及以上,肿瘤侧 97.2%(35/36)的肾静脉图像质量评分在 2 分及以上。1 支肿瘤侧肾静脉显示差,不足以用于诊断,对余下肿瘤侧肾静脉及下腔静脉以病理为金标准进行评估,SLEEK 显示 16 支肾静脉有瘤栓,14 支下腔静脉有瘤栓,病理均证实;SLEEK 显示无瘤栓的静脉病理中亦未发现瘤栓。SLEEK 诊断准确度、敏感度及特异度均为 100%。两位医师评分及诊断的一致性较好,Kappa 值均 > 0.75。**结论:**SLEEK 可准确诊断肾脏肿瘤患者静脉内瘤栓存在情况,并可多角度观察瘤栓范围,从而指导临床手术方案的选择。

【关键词】 肾肿瘤; 静脉瘤栓; 多反转脉冲空间标记; 磁共振成像

【中图分类号】 R737.11; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)01-0052-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.01.011

Application of non contrast enhanced MRA in renal vein imaging LI Xiao-juan, CHEN Xiao, MENG Xiao-yan, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

【Abstract】 Objective: To evaluate the diagnostic value of non contrast enhanced MRA (NCE MRA) using spatial labeling with multiple inversion pulses (SLEEK) in assessing intravenous tumor embolus in patients with renal tumor. **Methods:** Informed consents were obtained from 32 patients who underwent renal tumor surgery. All patients received SLEEK MR examination, anatomic images of bilateral renal veins and inferior vena cava were obtained. Original image of 70 renal veins and 32 inferior vena cava were assessed. The image quality, display of intravenous tumor embolus were evaluated by MIP and MPR techniques. Taking pathology as gold standard, the diagnostic accuracy, sensitivity and specificity of SLEEK in displaying intravenous tumor embolus were evaluated. **Results:** Of 34 renal veins on intact side, the image quality score was 2 points and above. Of the renal vein on tumor side, 97.2% (35/36) were scored as 2 points and above. The image of one renal vein on tumor side was not clear enough for diagnosis. Among the remaining renal veins of tumor side and inferior vena cava, SLEEK detected 16 renal venous tumor embolus and 14 inferior vena cava tumor embolus, which were all confirmed by pathology. The diagnostic accuracy, sensitivity and specificity of SLEEK in detecting tumor embolus were 100% for all. The scores evaluated by two radiologists showed good consistency with Kappa values > 0.75. **Conclusion:** SLEEK is accurate in the diagnosis of intravenous tumor embolus and can display tumor embolus in multiple views, which is be helpful for the selection of surgical treatment planning.

【Key words】 Kidney neoplasms; Intravenous tumor thrombus; Spatial labeling with multiple inversion pulses; Magnetic resonance imaging

肾癌是泌尿系统常见的恶性肿瘤,居泌尿生殖系肿瘤第二位,且常常累及肾静脉、下腔静脉甚至右心房形成癌栓,使手术难度及风险升高^[1,2],因此术前准确评估是否有静脉瘤栓形成及瘤栓范围至关重要。目前常用的影像学检查方法包括计算机体层血管成像

(computed tomography angiography, CTA)及彩色多普勒超声检查(color Doppler ultrasound, CDUS)^[3,4]。CTA 可行多平面重建显示瘤栓与血管的解剖关系且诊断准确率高达 90%,然而部分肾脏肿瘤患者由于肾功能不全而无法进行增强检查。CDUS 因其简便、易行、无创,目前临床应用较为广泛,但检查结果易受肠气、脂肪、肾门血管复杂性及检查医师操作水平影响。由于存在呼吸伪影,腹部血管成像技术有限,多反转脉冲空间标记(spatial labeling with multiple inversion pulses, SLEEK)非对比剂增强磁共振血管成像序列是

作者单位: 430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介: 李晓娟(1988-),女,新疆昌吉人,硕士研究生,主要从事腹部影像学研究工作。

通讯作者: 胡道予, E-mail: cjr_hudaoyu@vip.163.com

基金项目: 国家自然科学基金(81371524)及国家自然科学基金青年基金(81501447)

近年来出现的一项新技术,已成功运用于肺动脉、肾动脉、门静脉等胸腹腔血管成像^[5-7]。目前尚未有研究将非对比剂增强磁共振血管成像技术应用于肾脏肿瘤患者肾静脉及下腔静脉的瘤栓评估。本研究采用 SLEEK 序列对肾脏肿瘤患者肾静脉、下腔静脉进行成像,并与手术病理结果进行对比,旨在探讨其在显示肾静脉、下腔静脉及静脉瘤栓中的可行性、准确性及临床应用价值。

材料与方法

1. 病例资料

搜集本院 2013 年 12 月—2015 年 5 月肾脏肿瘤患者,排除磁共振检查禁忌症及无法配合者,共纳入 32 例肾脏肿瘤患者行 SLEEK 非对比剂磁共振血管成像(non-contrast-enhanced magnetic resonance angiography, NCE-MRA)检查,所有患者均知情同意且经手术病理证实。其中男 24 例,女 8 例,年龄 18~66 岁[平均(51.96±11.74)岁],64 个肾脏中病变肾脏 32 个,其中右肾 18 个,左肾 14 个。

2. 检查方法

所有患者均于 1.5T MR 扫描仪(GE medical healthcare, Signa 360)进行 SLEEK NCE-MRA 肾静脉成像。采用 8 通道相控阵心脏线圈,反转带放置于膈上右心房水平(图 1),利用呼吸触发的 SLEEK 序列进行扫描。所有患者扫描前均进行呼吸训练,尽量保持呼吸均匀、规律。扫描参数:TE 2.2 ms, TR 4.4 ms,翻转角 70°,血流抑制反转时间(blood suppression inversion time, BSP TI)=1000~1400 ms,层厚 2 mm,视野 38.0 cm×34.2 cm,矩阵 256×256,带

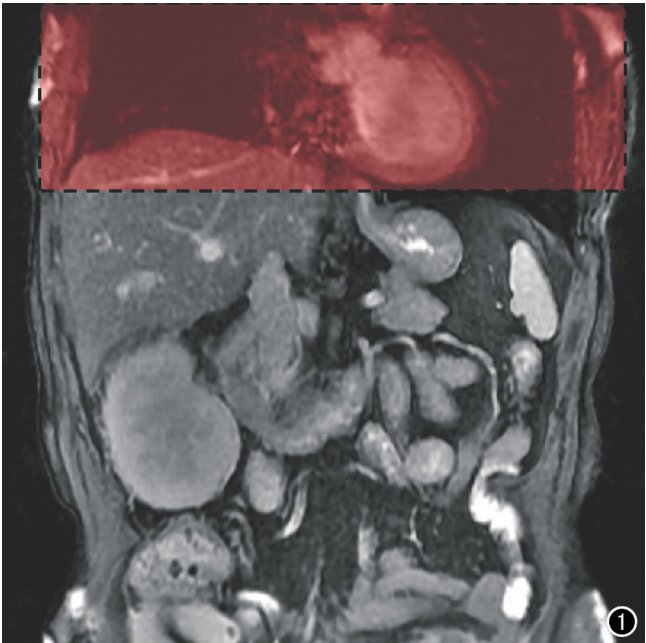


图 1 SLEEK 序列反转带放置定位图,红色条形区域为放置的反转带。

宽±125 kHz,激励次数 0.76,呼吸间隔 1。每一个序列扫描时间约 3~5 min。

3. 图像后处理

将 SLEEK 原始图像传至 AW4.2 工作站进行后处理,主要重建技术为最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)和多平面重组(multiple planar reconstruction, MPR)。

4. 图像分析

由两位放射科专业诊断医师利用盲法分别对 32 组肾静脉图像(图 2~9)进行图像质量主观评分和诊断评估。利用 4 分法^[8]对 32 组肾静脉图像进行主观评分:4 分,血管内信号均匀,血管轮廓锐利清晰,能清晰显示静脉瘤栓的充盈缺损影,无动脉系统干扰及流动伪影(图 2、6);3 分,血管内信号较均匀,几乎完整锐利的血管轮廓,能比较清楚地显示静脉瘤栓,有较少动脉系统干扰及轻度流动伪影(图 3、7);2 分,血管内信号不均匀,无明显锐利血管轮廓,能大体显示静脉走行及静脉瘤栓的轮廓,基本可以满足诊断需求(图 4、8);1 分,血管显示模糊或未显影,运动伪影明显,不能满足诊断需求(图 5、9)。

对评分在 2 分及以上的肾静脉评估是否有瘤栓,以及肾静脉瘤栓是否已侵及下腔静脉甚至右心房。瘤栓分级采用美国梅约医学中心的五级分类法:0 级,瘤栓尚局限于肾静脉内,未达下腔静脉;Ⅰ级,瘤栓位于肾静脉下腔静脉开口处,瘤栓头部距肾静脉开口处≤2 cm;Ⅱ级,瘤栓侵入肝静脉水平以下的下腔静脉内,瘤栓头部距肾静脉开口处>2 cm;Ⅲ级,瘤栓生长达肝内下腔静脉水平,膈肌以下;Ⅳ级,瘤栓侵入膈肌以上的下腔静脉内,甚至右心房。

5. 统计学分析

在图像质量评分的基础上,采用卡方检验对肿瘤侧和非肿瘤侧肾静脉图像质量差异进行比较分析,以 P<0.05 为差异有统计学意义。采用 Cohen's Kappa 检验方法判断两位医师的诊断一致性,若 Kappa 值≥0.75 则认为两者具有良好的诊断一致性。

结 果

1. SLEEK 显示肾静脉图像的质量评估

两位医师对肿瘤侧 36 支肾静脉及非肿瘤侧 34 支肾静脉图像的质量评分见表 1。

表 1 双侧肾静脉图像质量主观评分

图像质量	评分 (分)	肿瘤侧(支)		非肿瘤侧(支)	
		医师 A	医师 B	医师 A	医师 B
优秀	4	14	12	26	25
良好	3	14	16	6	7
一般	2	7	7	2	2
差	1	1	1	0	0

肿瘤侧与非肿瘤侧肾静脉的图像质量评分差异无统计学意义($\chi^2=2.595, P=0.107$)。两位医师的评分一致性 Kappa 值=0.758, 在肾静脉图像质量评分方面显示出较好的一致性。

非肿瘤侧肾静脉的图像质量主观评分均在 2 分及以上, 肾静脉显示均可以满足诊断要求, 94.1% (32/34) 的肾静脉显示较好, 轮廓清晰锐利, 血管内信号均匀, 无血管中断及推移现象; 5.9% (2/34) 的肾静脉内血流信号显示不均, 无明显清晰锐利血管轮廓。肿瘤侧 97.2% (35/36) 的肾静脉图像评分在 2 分及以上, 只有 2.8% (1/36) 的图像不能满足诊断要求, 77.8% (28/36) 的肾静脉显示有清晰锐利的轮廓, 血管内信号均匀, 能清楚显示瘤栓轮廓及头部所在位置; 19.4% (7/36) 的肾静脉血管内信号不均匀, 无明显锐利血管轮廓, 能大体显示静脉走行及管腔内瘤栓轮廓,

2.8% (1/36) 的肾静脉未见明显显示。

2. SLEEK 序列对肾静脉及下腔静脉瘤栓的诊断效能

所有瘤栓均未延伸至对侧肾静脉, 排除 1 支无法显示的肿瘤侧肾静脉, 余肿瘤侧肾静脉 35 支及下腔静脉 32 支, 病理结果显示 16 支肾静脉内瘤栓, 合并下腔静脉瘤栓 14 支。SLEEK 检出肾静脉瘤栓 16 支, 其中 14 例合并下腔静脉瘤栓 [1 例瘤栓进入右心房内约 2 cm, 1 例伴左腰静脉瘤栓形成 (图 10)], 其中 0 级瘤栓 2 例 (图 11), I 级瘤栓 2 例 (图 12), II 级瘤栓 10 例 (图 13), III 级瘤栓 1 例 (图 14), IV 级瘤栓 1 例 (图 15)。两位医师诊断静脉瘤栓的一致性 Kappa 值=1.000, 在诊断肾脏肿瘤静脉瘤栓方面显示出高度一致性。

SLEEK 诊断肾脏肿瘤患者肾静脉及下腔静脉瘤栓的准确度、敏感度及特异度见表 2。

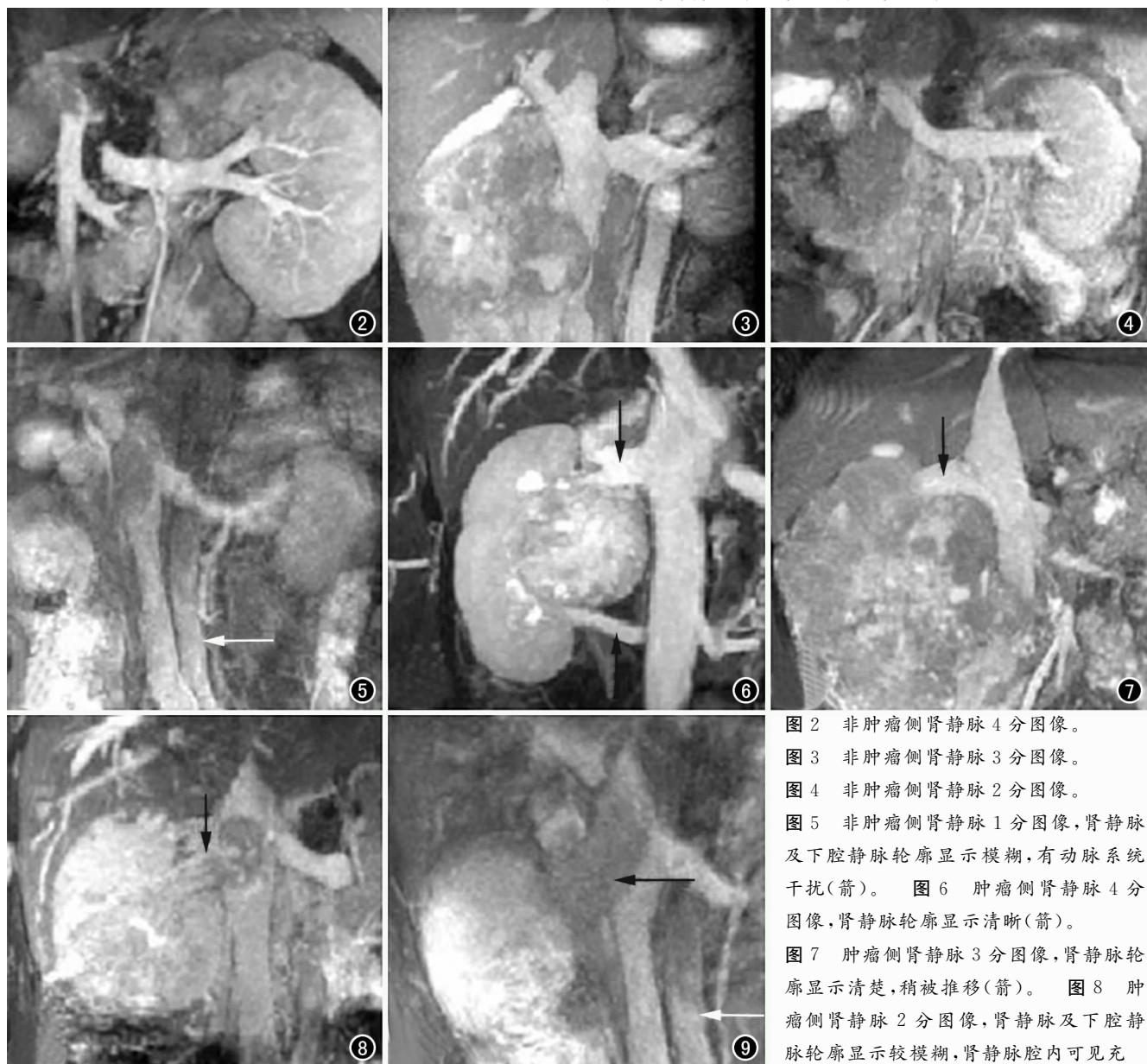


图 2 非肿瘤侧肾静脉 4 分图像。

图 3 非肿瘤侧肾静脉 3 分图像。

图 4 非肿瘤侧肾静脉 2 分图像。

图 5 非肿瘤侧肾静脉 1 分图像, 肾静脉及下腔静脉轮廓显示模糊, 有动脉系统干扰(箭)。

图 6 肿瘤侧肾静脉 4 分图像, 肾静脉轮廓显示清晰(箭)。

图 7 肿瘤侧肾静脉 3 分图像, 肾静脉轮廓显示清楚, 稍被推移(箭)。图 8 肿瘤侧肾静脉 2 分图像, 肾静脉及下腔静脉轮廓显示较模糊, 肾静脉腔内可见充盈缺损(箭)。

图 9 肿瘤侧肾静脉 1 分图像, 肾静脉轮廓显示模糊(黑箭), 有动脉系统干扰(白箭)。

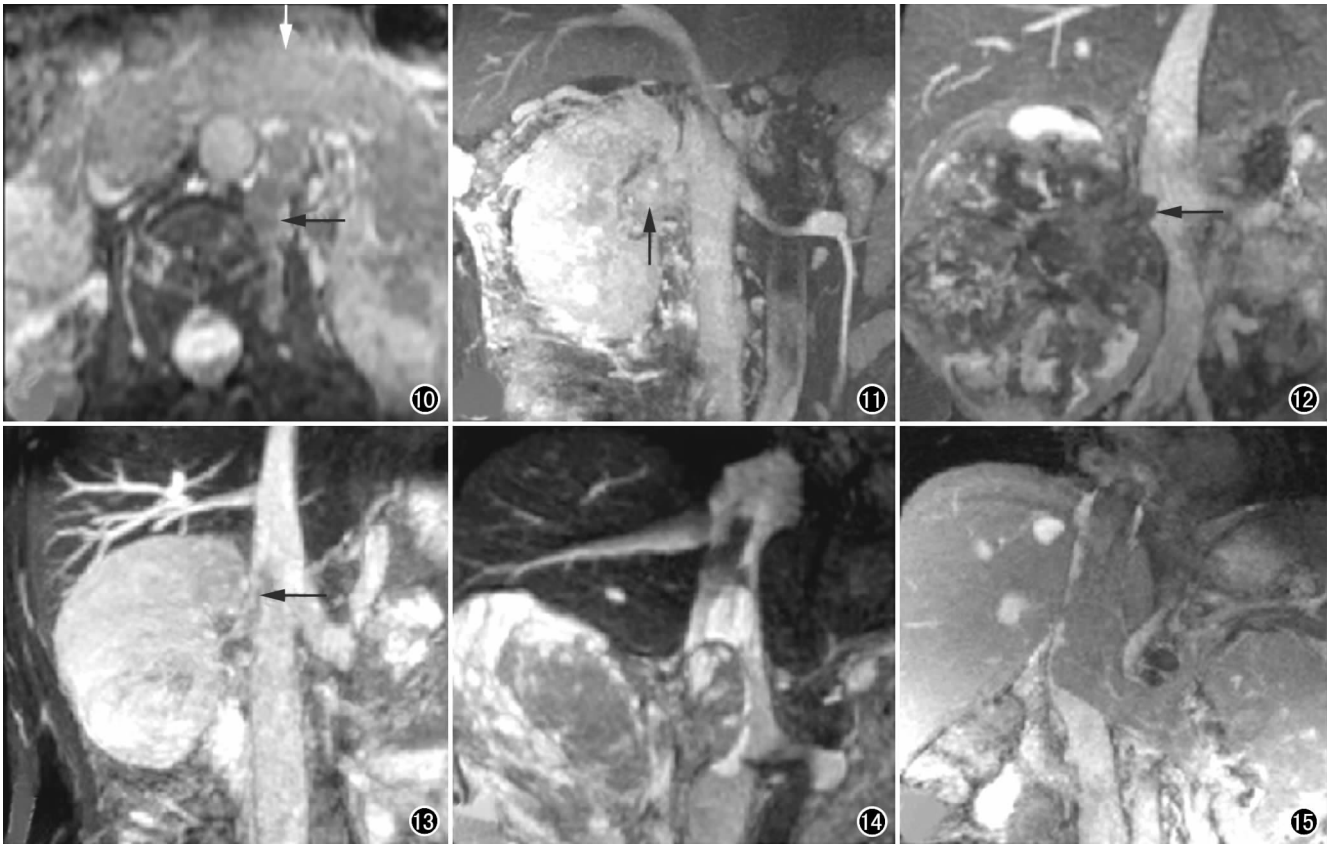


图 10 SLEEK 图像示左肾静脉(白箭)、左腰静脉(黑箭)明显增粗,管腔内软组织充填。图 11 0 级瘤栓,瘤栓局限于肾静脉内,肾静脉增粗,管腔内见软组织信号(箭)。图 12 I 级瘤栓,瘤栓头部略突向下腔静脉(<2 cm,箭)。图 13 II 级瘤栓,下腔静脉内条状瘤栓充盈缺损影(箭)未达第二肝门水平。图 14 III 级瘤栓,瘤栓头部超过第二肝门水平但未达右心房水平。图 15 IV 级瘤栓,肾静脉及下腔静脉内瘤栓轮廓显示清晰,超过膈肌水平侵入右心房,并清晰显示瘤栓进入右心房的范围。

表 2 SLEEK 对肾静脉及下腔静脉瘤栓的诊断效能 (%)

部位	准确度	敏感度	特异度
RV	100(35/35)	100(16/16)	100(19/19)
IVC	100(32/32)	100(14/14)	100(18/18)

注:RV 表示肾静脉,IVC 表示下腔静脉。

讨 论

数字减影血管造影、计算机体层血管成像及对比增强磁共振血管成像是显示腹部血管的最佳方法,但因其具有创伤性、电离辐射及对比剂肾毒性而受到限制。近年来更多的 NCE-MRA 序列得到发展,包括动脉自旋标记(arterial spin labeling, ASL)、流入反转恢复序列(inflow inversion recovery, IFIR)及 SLEEK 序列等,广泛应用于肾动脉及下腔静脉病变的显示^[9-12],但尚未有用于肾静脉成像的研究,本研究采用 SLEEK 序列进行肾静脉成像,评估肾肿瘤患者静脉是否有瘤栓,并与手术病理进行对照分析。

SLEEK 是一个采用呼吸触发的多反转脉冲空间标记血管成像技术(动脉自旋标记的一种)来显示血管的 NCE-MRA 序列,在膈上右心房水平放置一个反转

带,反转抑制覆盖区域的所有信号,包括心脏、主动脉血流信号,将扫描范围覆盖双肾、双肾静脉及部分下腔静脉。为了提高图像质量,所有患者行 SLEEK 扫描之前均需进行呼吸训练,扫描过程中保持一定的呼吸频率及幅度以保证 SLEEK 每次呼吸触发采集信号时肾脏保持同一位置,减少因呼吸不规则而引起的血管模糊效应。近年来有学者利用 SLEEK 序列研究肾动脉、肺动脉及门静脉病变,结果显示 SLEEK 序列能准确显示肾动脉狭窄段及肾动脉扭曲、闭塞等,血流抑制反转时间(BSP TI)=700 ms 及 1200 ms 时分别有助于显示更多肺动脉及门静脉分支^[6,7]。

本研究发现非肿瘤侧肾静脉图像质量主观评分高于肿瘤侧,但差异无统计学意义。非肿瘤侧所有肾静脉评分均在 2 分及以上,其中 5.9%(2/34)的肾静脉评分为 2 分,肾静脉内血流信号显示不均匀,轮廓显示并不清晰锐利,是由于检查过程中患者呼吸不规律所导致。肿瘤侧 19.4%(7/36)的肾静脉评分为 2 分,肾静脉的显示多取决于患者呼吸、肾肿瘤的大小、血管的推压情况以及静脉瘤栓的形成与否,呼吸均匀规律、肿瘤较小、包膜完整、无明显推压血管,则静脉显示较清

晰、锐利(图 6);肿瘤巨大并推移血管或静脉瘤栓形成则可见静脉局部分支或主干受压推移及充盈缺损影(图 7),呼吸不规律会导致血管及瘤栓轮廓显示模糊,血管内信号不均匀(图 5、9)。本研究肿瘤侧 1 例肾静脉图像质量评分为 1 分,SLEEK 序列肾静脉未见明确显示,分析原因可能为此例患者为左肾肿瘤,左肾静脉走行较长且迂曲,造成静脉完全栓塞的概率较高,病理证实为左肾静脉瘤栓栓塞。

BSP TI 是影响 SLEEK 血管成像的另一重要因素。选择与呼吸频率、血流速度相匹配的 BSP TI,可使目标血管内血流信号显示最佳,并显示更多血管分支,降低背景信号干扰。国内外学者多采用 BSP TI=1100~1200 ms 显示肝静脉、门静脉及下腔静脉,认为可获得轮廓清晰且分支较多的静脉血管图像^[6,10]。本研究选择 BSP TI=1000~1400 ms,由于肿瘤压迫、瘤栓形成及个别静脉扭曲、纤细,均会影响肾静脉内血流速度,因此本研究选择范围较大的 BSP TI,扫描中结合患者的呼吸情况选择合适的 BSP TI,可使肾静脉显示最佳。

本研究中 SLEEK 图像质量较高,且检出的静脉瘤栓结果与病理结果一致,证实了其显示肾肿瘤患者肾静脉及静脉瘤栓的可行性,且诊断准确度很高。此外,与 CTA、CDUS 及常规 MRI 检查对比,SLEEK 有着独特的优势,SLEEK 可进行 MIP、MPR 重建并多角度旋转显示肾静脉、下腔静脉及其与瘤栓的位置关系,最大程度减少了漏诊可能,因此有利于低级别瘤栓的检测。SLEEK 冠状面图像能显示瘤栓整体范围,从而直观地观察瘤栓头部所在位置,清楚显示瘤栓进入右心房的范围,并对瘤栓进行分级,本研究中以 II 级瘤栓最多。瘤栓的不同级别对应着不同的手术方案,因此 SLEEK 对静脉瘤栓的分级可用于指导临床手术方案的选择。

尽管 SLEEK 对肾肿瘤静脉瘤栓的诊断准确度很高,但依赖于成像质量,而成像质量很大程度依赖患者的呼吸配合及 BSP TI 的选择,无法配合呼吸的患者图像质量不佳而无法做出诊断。

综上所述,SLEEK 序列可用于肾肿瘤患者肾静脉成像,对下腔静脉小瘤栓显示较敏感,且 SLEEK 冠状面成像范围大,对于较大瘤栓也可完整显示,联合采用 MIP、MPR 图像可直观显示瘤栓范围及瘤栓头部所在位置。SLEEK 不使用对比剂,对肾功能不全患者尤其适用,是一种无创、灵敏的检查手段,具有很高的临床应用价值。

参考文献:

- [1] Shuch B, Larochelle JC, Onyia T, et al. Intraoperative thrombus embolization during nephrectomy and tumor thrombectomy: critical analysis of the university of california-los angeles experience [J]. J Urol, 2009, 181(2): 492-499.
- [2] Abel EJ, Thompson RH, Margulis V, et al. Perioperative outcomes following surgical resection of renal cell carcinoma with inferior vena cava thrombus extending above the hepatic veins: a contemporary multicenter experience [J]. Eur Urol, 2014, 66(3): 584-592.
- [3] Tsili AC. Advances of multidetector computed tomography in the characterization and staging of renal cell carcinoma [J]. World J Radiol, 2015, 7(6): 110-127.
- [4] 郭媛. 彩色多普勒超声应用于肾癌合并静脉瘤栓诊断中的临床价值 [J]. 临床合理用药杂志, 2015, 8(3): 76-77.
- [5] Shonai T, Takahashi T, Ikeguchi H, et al. Improved arterial visibility using short-tau inversion-recovery (STIR) fat suppression in non-contrast-enhanced time-spatial labeling inversion pulse (Time-SLIP) renal MR angiography (MRA) [J]. J Magn Reson Imaging, 2009, 29(6): 1471-1477.
- [6] Shimada K, Isoda H, Okada T, et al. Unenhanced MR portography with a half-fourier fast spin-echo sequence and time-space labeling inversion pulses: preliminary results [J]. AJR, 2009, 193(1): 106-112.
- [7] 孟晓岩, 汤浩, 王秋霞, 等. 非对比剂增强 MR 血管成像联合多反转空间标记脉冲技术在肺动脉成像的可行性研究 [J]. 磁共振成像, 2014, 5(5): 343-347.
- [8] Zhang Y, Xing Z, Liu Y, et al. Nonenhanced renal MR angiography using steady-state free precession (SSFP) and time-spatial labeling inversion pulse (Time-SLIP): repeatability and comparison of different tagging location [J]. Abdom Imaging, 2014, 39(5): 1000-1008.
- [9] Tang H, Wang Z, Wang L, et al. Depiction of transplant renal vascular anatomy and complications: unenhanced MR angiography by using spatial labeling with multiple inversion pulses [J]. Radiology, 2014, 271(3): 879-887.
- [10] Wu M, Xu J, Shi D, et al. Evaluations of non-contrast enhanced MR venography with inflow inversion recovery sequence in diagnosing budd-chiari syndrome [J]. Clin Imaging, 2014, 38(5): 627-632.
- [11] Bultman EM, Klaers J, Johnson KM, et al. Non-contrast enhanced 3D SSFP MRA of the renal allograft vasculature: a comparison between radial linear combination and cartesian inflow-weighted acquisitions [J]. Magn Reson Imaging, 2014, 32(2): 190-195.
- [12] Xu J, Shi D, Li Y, et al. Non-enhanced MR angiography of renal artery using inflow-sensitive inversion recovery pulse sequence: a prospective comparison with enhanced CT angiography [J]. Eur J Radiol, 2011, 80(2): e57-e63.

(收稿日期:2016-03-14 修回日期:2016-07-08)