

· 肾移植影像学专题 ·

非对比剂增强磁共振血管成像技术在评估移植肾血管并发症方面的研究

汤浩, 胡晓萌, 王秋霞, 孟晓岩, 王梓, 李建军, 王艳春, 胡道予

【摘要】 目的:探讨基于多翻转脉冲空间标记技术(SLEEK)的非对比剂增强磁共振血管成像序列在显示移植肾血管并发症方面的价值。**方法:**对 23 例移植肾血管并发症患者行 SLEEK 及彩色多普勒超声扫描。由两位放射医师对 SLEEK 显示移植肾血管并发症情况进行评估,并将 SLEEK 结果与彩色多普勒超声、DSA 及手术结果进行对照。**结果:**23 例患者均成功进行了 SLEEK 扫描,其中移植肾动脉狭窄 11 例,移植肾动脉闭塞 3 例,移植肾动脉扭曲 3 例,移植肾静脉狭窄 2 例,动静脉瘘 2 例,假性动脉瘤 1 例,肌纤维发育不良 1 例。SLEEK 检出了所有 23 例并发症,彩色多普勒超声检查出了其中 19 例,两者检出率差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**基于 SLEEK 的非对比剂增强磁共振血管成像序列无创、无辐射,在显示移植肾血管并发症方面具有很高的应用价值。

【关键词】 移植肾; 血管并发症; SLEEK; 非对比剂; 磁共振血管成像

【中图分类号】R 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2015)05-0536-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.05.008

Depiction of vascular complications of renal transplant: by unenhanced MR angiography using spatial labeling with multiple inversion pulses TANG Hao, HU Xiao-meng, WANG Qiao-xia, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 Objective: This study is aimed to investigate the ability of unenhanced magnetic resonance angiography (MRA) using spatial labeling with multiple inversion pulses (SLEEK) to display the complications of transplanted renal blood vessels. **Methods:** Twenty-three patients with renal vascular complications after transplantation were examined with unenhanced MRA using SLEEK (SLEEK-MRA) and color Doppler ultrasonography (CDUS). The ability of SLEEK to show these complications was evaluated in consensus by two experienced radiologists who compared the results with CDUS, DSA and operation findings. **Results:** Twenty-three patients successfully underwent unenhanced SLEEK-MRA, including 11 patients with renal arterial stenosis, three with renal arterial occlusion, three with renal arterial kinking, two with renal venous stenosis, two with renal arteriovenous fistulas, one with pseudoaneurysms and one with fibromuscular dysplasia. All 23 patients were detected with SLEEK, whereas 19 patients were detected with CDUS. There was no statistically differences found between SLEEK and CDUS ($P>0.05$). **Conclusions:** Unenhanced MRA using SLEEK was a non-invasive approach and without radiation damage, it has a very high clinical value in detecting vascular complications of renal transplant.

【Key words】 Renal transplantation; Vascular complications; SLEEK; Non-contrast enhanced MRA

肾移植被认为是当前治疗各种终末期肾病的最理想方法^[1]。与透析治疗相比,肾移植具有更高的性价比,患者的长期生存率和生活质量也更高^[1-4]。然而,肾移植术后的并发症仍较常见,严重影响移植肾的存活。其中肾移植术后血管并发症的发生率虽然相对较低,但是这类并发症是导致移植肾功能丧失甚至患者死亡的主要原因^[5-7]。据报道肾移植后血管并发症的发生率为 5%~15%^[8-10],临床上常见的血管并发症包括:移植肾动脉狭窄、移植肾动脉闭塞、移植肾动脉扭

曲、移植肾动静脉瘘、假性动脉瘤、移植肾静脉狭窄和移植肾动脉肌纤维发育不良等^[11-14]。传统的血管成像技术如 DSA、CTA、CE-MRA 等使用含有碘或钆的对比剂,对肾功能不良及对比剂过敏患者具有一定的危害性^[15-20]。由于非对比剂增强磁共振血管成像(non-contrast-enhanced magnetic resonance angiography, NCE-MRA)技术具有无创、无辐射、无需对比剂等优点,可以保护患者的肾功能,因此近年来,NCE-MRA 技术成为影像学研究的热点,得到了快速的发展,各个部位的新成像序列不断涌现^[21]。随着活体肾移植的发展,受体术后血管评价需要对人体和肾功能无危害的影像学检查方法,这推动了移植肾血管 NCE-MRA 技术的快速发展。基于多翻转脉冲空间标记(spatial labeling with multiple inversion pulses, SLEEK)技术的非对比剂增强磁共振血管成像序列在评估高血压患

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(汤浩、王秋霞、孟晓岩、王梓、李建军、王艳春、胡道予); 430023 武汉市医疗救治中心消化科(胡晓萌)

作者简介: 汤浩(1984—),男,河南平顶山人,博士,住院医师,主要从事腹部影像学诊断工作。

通讯作者: 胡道予, E-mail: daoyuhutjh@126.com

基金项目: 国家自然科学基金(81271528),湖北省自然科学基金(2013CFB110),湖北省自然科学基金(2013CKB018)

者的肾动脉狭窄方面取得了初步结果。本研究将 SLEEK 技术应用于评估移植肾血管并发症方面,并与彩色多普勒超声(color Doppler ultrasonography, CDUS)、DSA 及手术结果相对比,旨在探讨 SLEEK 技术在评估移植肾血管并发症方面的价值。

材料与方法

1. 研究对象

选取肾移植术后超声怀疑血管并发症准备行 DSA 检查或手术的患者 23 例,其中男 17 例,女 6 例,年龄 22~64 岁,平均 42 岁。23 例患者首先行彩色多普勒超声检查,1~7d 内行 SLEEK 序列扫描。根据检查结果 1~7d 内,15 例患者行 DSA 进一步检查或治疗,8 例患者行手术治疗。3 例患者有 2 个移植肾,另有 3 例患者为胰肾联合移植。本研究经本院伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

2. 检查方法

SLEEK 检查采用 1.5T 超导磁共振扫描仪(EX-CITE HD, GE, Healthcare, Waukesha, WI, USA)。SLEEK 是呼吸触发的基于多翻转脉冲空间标记技术的非对比剂增强磁共振血管成像序列,在实施磁共振扫描前,将扫描时间和扫描过程中将会产生的噪音等详细告知患者。患者取仰卧位,脚先进,嘱其保持平稳呼吸,身体不动,扫描时采用一个 8 通道体部相控阵线圈覆盖在盆腔。首先扫描定位像显示出移植肾在盆腔的位置,然后利用 4 个不同的血液抑制翻转时间(blood suppression inversion time, BSP TI)分别进行 4 次动脉扫描(BSP TI=500、800、1100、1400 ms),再利用一个血液抑制翻转时间(BSP TI=1100)进行一次静脉扫描。扫描范围包括移植肾、腹主动脉、双侧髂总动脉及双髂内、外动脉(冠状面)。在扫描过程中翻转带的放置是比较关键的,扫描动脉时放置的是两个相互垂直的翻转带,一个与人体长轴平行的翻转带翻转掉其覆盖区域的所有血液和软组织信号,另一个翻转带放置在移植肾上极的上方,将翻转了的动脉血再次翻转为不饱和的动脉血。在扫描静脉的时候,只在移植肾上极上方放置一个翻转带,翻转掉移植肾上方流入的动脉血,使扫描感兴趣区内只显示静脉血。根据不同患者扫描范围及呼吸频率的不同,总扫描时间为 10~14 min。其他扫描参数如下:层厚 2 mm, TE 2.0 ms, TR 3.9 ms, 翻转角 75°, 带宽±125 kHz, 视野 38 cm×30 cm, 矩阵 224×256, 呼吸间隔 1, 激励次数 0.80, 敏感因子 2。

由一位有经验的超声诊断医师使用 Philips iU22 超声扫描仪(Philips Medical Systems, Best, The Netherlands)对患者进行彩色多普勒超声检查。首先

评估移植肾形态学特点,再行多普勒频谱分析移植肾同侧的髂动脉、移植肾动脉及叶间动脉等。

DSA 检查采用 Toshiba Model DEP-2000 数字减影血管造影机, Seldinger 技术穿刺插管,透视下经导丝引导将 5F Cobra 导管选择性插入移植侧髂内或髂外以及移植肾动脉。为了清晰显示动脉狭窄的部位、形态、程度、数目等情况,通常需行多角度投照造影。血管造影医师在术前不了解超声和 SLEEK 检查结果。

3. 图像分析

将 SLEEK 原始图像导入图像后处理工作站(Advantage Workstation 4.4, GE Healthcare, Buc, France)进行图像后处理及分析。后处理方法包括最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)、多平面重组(multiplanar reformation, MPR)及容积再现(volume rendering, VR)。由两位放射科医师采用盲法对 SLEEK 图像移植肾血管的解剖结构进行评价,首先对每位患者动脉 4 个不同的 BSP TI 的原始图像和重建图像进行评估,并选出显示效果最佳的一组图像,由于静脉显示受 BSP TI 值影响不大,所以静脉只评估 1 个 BSP TI 值的图像。SLEEK 图像主要从形态学上判断移植肾有无血管并发症,并判断是何种并发症。对血管并发症有争议之处由两位医师通过协商达成一致。

CDUS 评估移植肾血管并发症时,对怀疑有移植肾血管并发症的患者应调节彩色多普勒超声仪使血流彩色显示最佳,高速及低速血流均得以充分显示。追踪动、静脉血管的走行,尤其要注意吻合口附近有无血栓及狭窄,注意血流颜色的变化;并进行多部位多普勒频谱取样,观察血流速度、阻力指数及加速度时间等。每次至少测量两遍,所得结果取平均值。

4. 统计学处理

采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析。以 DSA 及手术结果为参考标准,应用卡方检验对 SLEEK 与 CDUS 对血管并发症的检出能力进行比较。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

23 例行肾移植手术后经超声检查临床高度怀疑血管并发症的患者均成功进行了 SLEEK 扫描。经 DSA(共 15 例,其中 6 例行球囊扩张及支架植入术,7 例行球囊扩张术,2 例仅行血管造影)及手术(8 例)确诊的 23 例并发症患者中移植肾动脉狭窄 11 例,移植肾动脉闭塞 3 例,移植肾动脉扭曲 3 例,移植肾静脉狭窄 2 例,动静脉瘘 2 例,假性动脉瘤 1 例,肌纤维发育不良 1 例。SLEEK 检出了所有 23 例(100%)并发症,

彩色多普勒超声检出了其中 19 例(83%),两者之间差异无统计学意义($P>0.05$,表 1,图 1~6)。

表 1 SLEEK 及 CDUS 移植肾血管并发症的检出情况 (例)

并发症	SLEEK	CDUS	DSA/ 手术	治疗	P 值* (SLEEK vs CDUS)
动脉狭窄	11	10	11	球囊扩张/支架植入	1.0
动脉闭塞	3	3	3	外科探查+肾切除	—
动静脉瘘	2	1	2	血管造影+保守治疗	—
假性动脉瘤	1	1	1	支架植入	—
动脉扭曲	3	2	3	外科探查+外科矫正	—
静脉狭窄	2	2	2	外科探查+外科矫正	—
肌纤维发育不良	1	0	1	球囊扩张	—
总计	23	19	23		0.109

讨 论

近年来,非对比剂增强磁共振血管成像技术开始应用于移植肾方面,并显示出比较好的应用前景^[22-23],但是目前的研究局限于评估移植肾动脉狭窄,还有很多血管并发症也是导致移植肾功能丧失的主要原因。本研究应用基于多翻转脉冲空间标记技术的非对比剂

增强磁共振血管成像序列,不仅能对移植肾动脉的血管并发症进行评估,而且还能对移植肾静脉的血管并发症进行评估,且动脉期无静脉污染,静脉期图像无动脉污染,使动、静脉血管的显示不受干扰。

据报道肾移植后血管并发症的发生率为 5%~15%^[8-10],临床上常见的血管并发症包括移植肾动脉狭窄、移植肾动脉闭塞、移植肾动脉扭曲、移植肾动静脉瘘、假性动脉瘤、移植肾静脉狭窄和移植肾动脉肌纤维发育不良等^[11-14]。

移植肾动脉狭窄是移植肾最常见的血管并发症(图 1),并可能导致高血压和移植肾功能丧失。据报道移植肾动脉狭窄的发生率为 1%~23%^[24-25]。本研究中有 11 例经 DSA 证实的移植肾动脉狭窄病例,SLEEK 检出了所有狭窄,彩色多普勒超声检出了 10 例。在诊断移植肾动脉狭窄方面,SLEEK 与超声之间差异无统计学意义($P>0.05$)。本研究中有 3 例移植肾动脉闭塞的病例被 SLEEK 和 CDUS 检出。CDUS

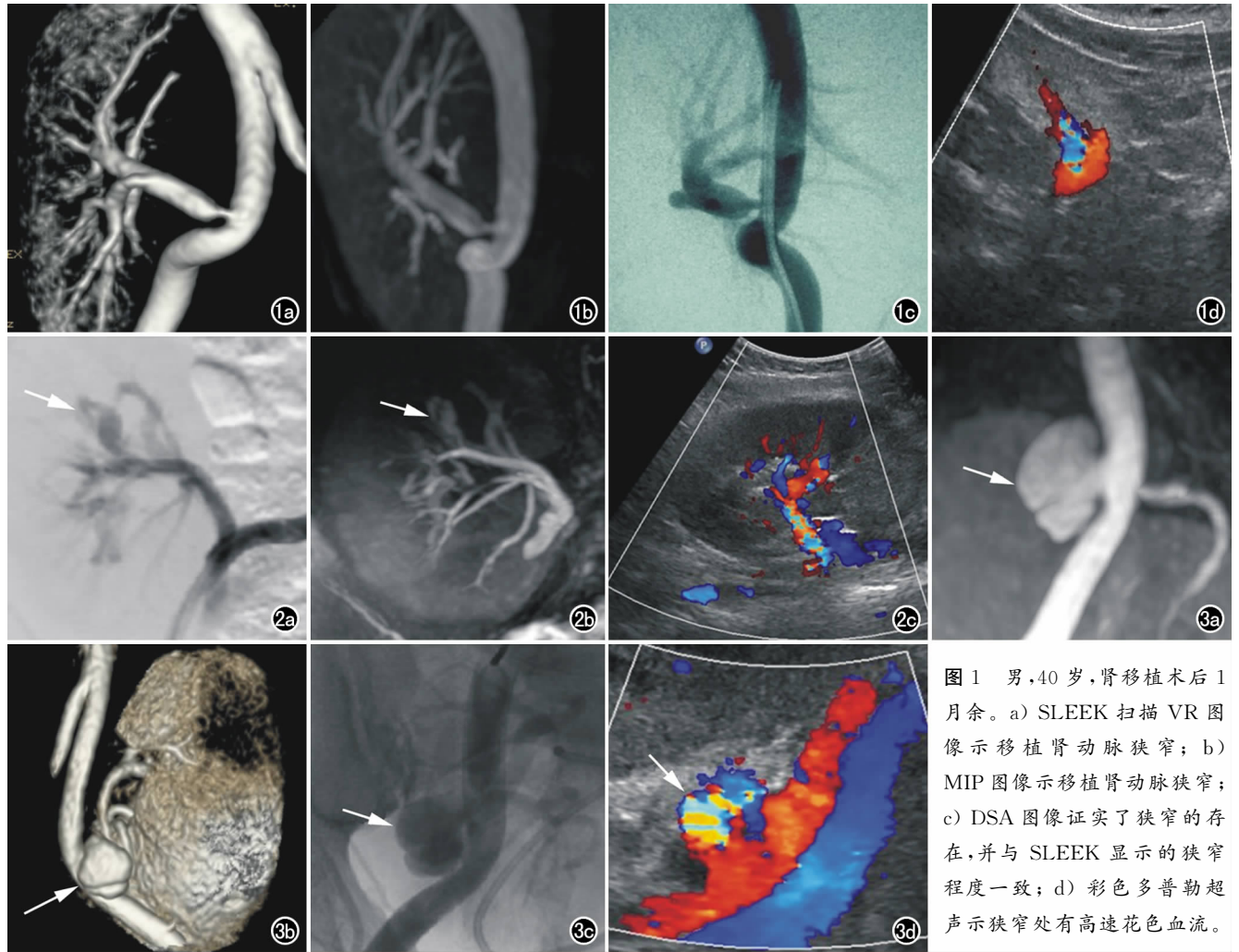


图 1 男,40 岁,肾移植术后 1 月余。a) SLEEK 扫描 VR 图像示移植肾动脉狭窄; b) MIP 图像示移植肾动脉狭窄; c) DSA 图像证实了狭窄的存在,并与 SLEEK 显示的狭窄程度一致; d) 彩色多普勒超声示狭窄处有高速花色血流。

图 2 女,22 岁,肾移植术后 2 个月,肾功能不良,曾行移植肾穿刺活检。a) DSA 示移植肾动脉远端与移植肾静脉沟通(箭); b) SLEEK 扫描 MIP 图像示动静脉瘘(箭),与 DSA 结果一致; c) 彩色多普勒超声未发现明显异常。图 3 男,44 岁,肾移植术后 2 周。a) SLEEK 扫描 MIP 图像示移植肾动脉吻合口处巨大假性动脉瘤(箭); b) VR 图像从另一角度显示假性动脉瘤(箭); c) DSA 图像示假性动脉瘤(箭); d) 彩色多普勒超声可见瘤体内异常血流信号(箭)。

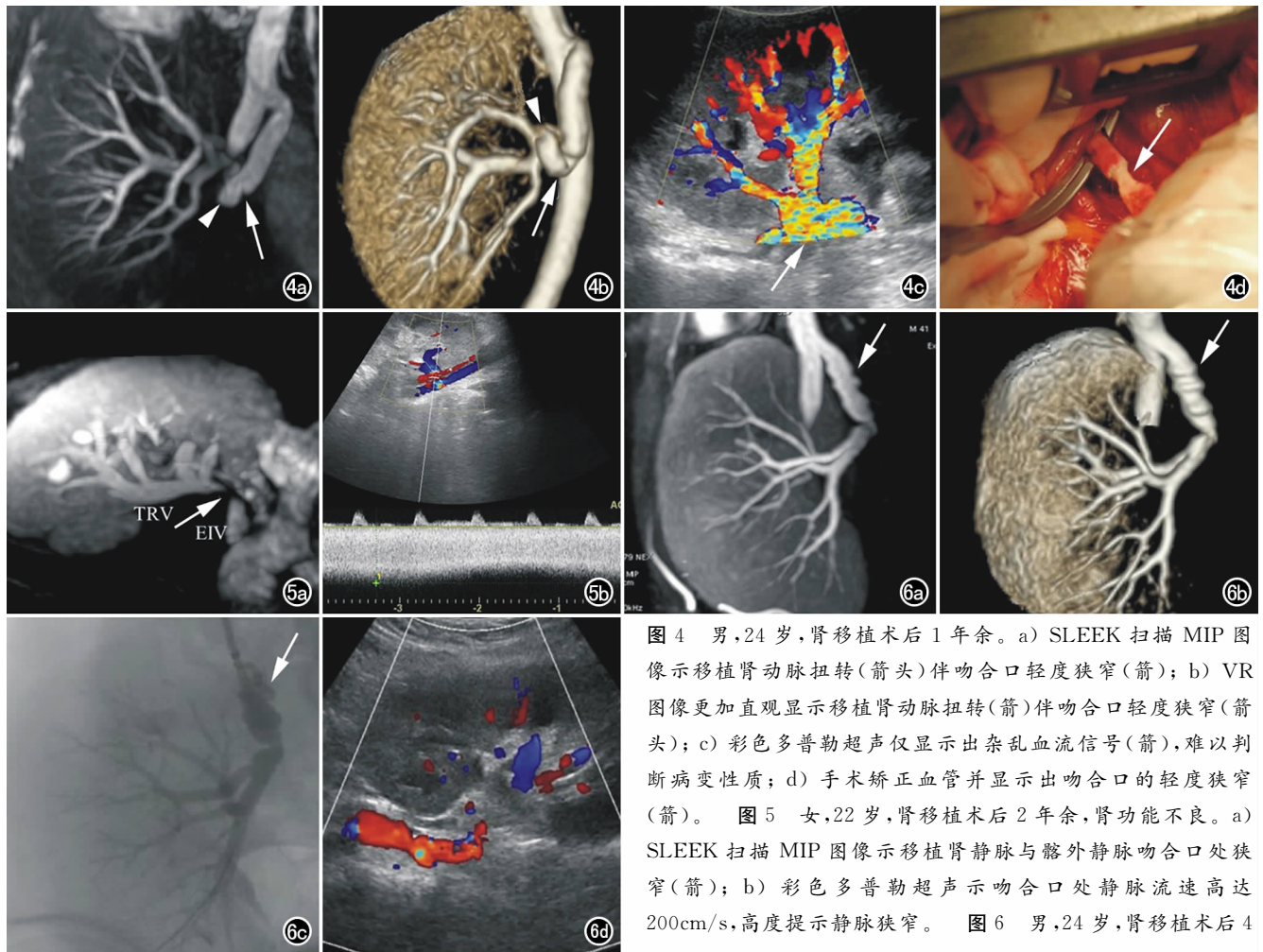


图 4 男, 24 岁, 肾移植术后 1 年余。a) SLEEK 扫描 MIP 图像示移植肾动脉扭转(箭头)伴吻合口轻度狭窄(箭); b) VR 图像更加直观显示移植肾动脉扭转(箭)伴吻合口轻度狭窄(箭头); c) 彩色多普勒超声仅显示出杂乱血流信号(箭), 难以判断病变性质; d) 手术矫正血管并显示出吻合口的轻度狭窄(箭)。图 5 女, 22 岁, 肾移植术后 2 年余, 肾功能不良。a) SLEEK 扫描 MIP 图像示移植肾静脉与髂外静脉吻合口处狭窄(箭); b) 彩色多普勒超声示吻合口处静脉流速高达 200cm/s, 高度提示静脉狭窄。图 6 男, 24 岁, 肾移植术后 4

年。a) SLEEK 扫描 MIP 图像示移植肾动脉呈串珠状改变(箭); b) VR 图像更加直观地显示串珠状改变(箭); c) DSA 图像与 SLEEK 显示一致; d) 彩色多普勒超声图像未见明显异常。

主要靠肾实质血流信号的缺失来诊断, 而 SLEEK 是一种动脉自旋标记的磁共振血管成像技术, 原则上只要有血流通过就可以成像, 所以可以直观地显示移植肾动脉闭塞的部位, 对指导下一步的治疗有重要意义, 此 3 例患者均经手术治疗, 进行了移植肾切除术。

动静脉瘘绝大多数发生在移植肾穿刺活检之后。假性动脉瘤常发生在移植肾动脉吻合口, 常由于吻合技术错误或吻合口感染所导致^[26,27]。本研究中有 2 例经 DSA 证实的动静脉瘘患者都被 SLEEK 检出, 而其中 1 例 CDUS 没有发现(图 2)。1 例经 DSA 证实为假性动脉瘤的患者同时被 SLEEK 和超声检出。SLEEK 经过三维重建可以观察到瘤体后方与移植肾动脉的关系, 而超声只能观察到瘤体, 难以评估瘤体与肾动脉的关系(图 3)。需要注意的是, 由于假性动脉瘤体内的血液流速较慢, 需采用较高的 BSP TI 值(1700)才能完整显示出瘤体的形态。

移植肾动脉扭转是肾移植术后少见的血管并发症。可能导致移植肾动脉扭转常见的诱因有移植肾位置缺少固定及供体移植肾动脉过长。本研究中

SLEEK 检出了所有 3 例移植肾动脉扭转的病例, 而 CDUS 检出了其中 2 例, 1 例移植肾动脉扭转(图 2)被超声误诊为移植肾动脉狭窄, 这主要是由于超声探头扫描的角度有限, 难以从整体上直观观察移植肾动脉的走行, 在一些超声扫描角度不合适的情况下难免产生误诊。SLEEK 由于可以进行三维重建, 所以可任意角度观察血管的走行, 更有利于对血管走行异常的评估。

移植肾静脉狭窄很少见, 常见于肿块或肾周组织的压迫。相关文献报道如移植肾静脉狭窄处的流速是狭窄前静脉流速的 3~4 倍, 则可以高度怀疑肾静脉狭窄^[11,14]。本研究中有 2 例肾功能不良患者经手术证实为移植肾静脉狭窄, 均被 SLEEK 和 CDUS 检出。CDUS 是通过移植肾静脉局部流速过高来推断移植肾静脉存在狭窄, 而 SLEEK 则可以清晰地观察到狭窄的位置以及狭窄程度(图 5)。

肌纤维发育不良是导致移植肾血管并发症的一个少见原因^[12]。本研究中 SLEEK 发现有 1 例年轻患者的移植肾动脉出现串珠样结构, DSA 也证实了

SLEEK 的表现,怀疑为肌纤维发育不良,而彩色多普勒超声没有发现明显异常,这是由于当流速基本正常时,彩色多普勒超声对管腔细节结构显示不清晰,有可能导致漏诊(图 6)。

总体来看,经 DSA 或手术证实的 23 例血管并发症,SLEEK 检出了所有 23 例(100%),彩色多普勒超声检出了其中 19 例(83%),在检出率上 SLEEK 稍高于 CDUS,但差异无统计学意义。

本研究存在一定局限性,首先样本量较少,除了移植肾动脉狭窄之外,其他的并发症例数较少,难以对比 SLEEK 和超声对每一种并发症检出能力的强弱。其次,不是所有并发症都行 DSA 检查进行诊断,而是根据不同病情,临床医生对部分患者采取了手术探查及手术治疗的方式。

综上所述,基于多翻转脉冲空间标记技术的非对比剂增强磁共振血管成像序列在显示移植肾血管并发症方面具有很好的应用价值,其结果与彩色多普勒超声并无明显统计学差异,值得进一步在临床上推广应用。

参考文献

- [1] de Wit GA, Ramsteijn PG, de Charro FT. Economic evaluation of end stage renal disease treatment[J]. Health Policy, 1998, 44(3): 215-232.
- [2] 陈芳妮, 范森, 徐哲, 等. 多层螺旋 CT 扫描在移植肾动脉狭窄中的应用[J]. 影像诊断与介入放射学, 2010, 19(3): 151-154.
- [3] 彭谦, 范森, 罗小梅, 等. 移植肾血管源性病变的多层 CT 血管造影技术评价[J]. 影像诊断与介入放射学, 2008, 17(6): 265-267.
- [4] Weydevelt F, Ngohou C, Pontefract R, et al. Hemodialysis and transplantation cost-effectiveness analysis[J]. Transplant Proc, 1996, 28(5): 2838.
- [5] Grenier N, Douws C, Morel D, et al. Detection of vascular complications in renal allografts with color Doppler flow imaging[J]. Radiology, 1991, 178(1): 217-223.
- [6] Mutze S, Turk I, Schonberger B, et al. Colour-coded duplex sonography in the diagnostic assessment of vascular complications after kidney transplantation in children[J]. Pediatr Radiol, 1997, 27(12): 898-902.
- [7] Tarzamni MK, Argani H, Nurifar M, et al. Vascular complication and Doppler ultrasonographic finding after renal transplantation[J]. Transplant Proc, 2007, 39(4): 1098-1102.
- [8] Hohnke C, Abendroth D, Schleibner S, et al. Vascular complications in 1200 kidney transplantations[J]. Transplant Proc, 1987, 19(5): 3691-3692.
- [9] Dimitroulis D, Bokos J, Zavos G, et al. Vascular complications in renal transplantation: a single-center experience in 1367 renal transplantations and review of the literature[J]. Transplant Proc, 2009, 41(5): 1609-1614.
- [10] Salehipour M, Salahi H, Jalaeian H, et al. Vascular complications following 1500 consecutive living and cadaveric donor renal transplantations: a single center study[J]. Saudi J Kidney Dis Transpl, 2009, 20(4): 570-572.
- [11] Dodd GD, Tublin ME, Shah A, et al. Imaging of vascular complications associated with renal transplants[J]. AJR, 1991, 157(3): 449-459.
- [12] Hohenwarter MD, Skowlund CJ, Erickson SJ, et al. Renal transplant evaluation with MR angiography and MR imaging[J]. Radiographics, 2001, 21(6): 1505-1517.
- [13] Sebastia C, Quiroga S, Boye R, et al. Helical CT in renal transplantation: normal findings and early and late complications[J]. Radiographics, 2001, 21(5): 1103-1117.
- [14] Friedewald SM, Molmenti EP, Friedewald JJ, et al. Vascular and nonvascular complications of renal transplants: sonographic evaluation and correlation with other imaging modalities, surgery, and pathology[J]. J Clin Ultrasound, 2005, 33(3): 127-139.
- [15] Rountas C, Vlychou M, Vassiou K, et al. Imaging modalities for renal artery stenosis in suspected renovascular hypertension: prospective intraindividual comparison of color Doppler US, CT angiography, GD-enhanced MR angiography, and digital subtraction angiography[J]. Ren Fail, 2007, 29(3): 295-302.
- [16] Nchimi A, Biquet JF, Brisbois D, et al. Duplex ultrasound as first-line screening test for patients suspected of renal artery stenosis: prospective evaluation in high-risk group[J]. Eur Radiol, 2003, 13(6): 1413-1419.
- [17] Amet S, Launay-Vacher V, Clement O, et al. Incidence of nephrogenic systemic fibrosis in patients undergoing dialysis after contrast-enhanced magnetic resonance imaging with gadolinium-based contrast agents: the Prospective Fibrose Nephrogenique Systemique study[J]. Invest Radiol, 2014, 49(2): 109-115.
- [18] Alhadad A, Sterner G, Svensson A, et al. Incidence of nephrogenic systemic fibrosis at a large university hospital in Sweden[J]. Scand J Urol Nephrol, 2012, 46(1): 48-53.
- [19] Weinreb JC, Kuo PH. Nephrogenic systemic fibrosis[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2009, 17(1): 159-167.
- [20] Weinreb JC, Abu-Alfa AK. Gadolinium-based contrast agents and nephrogenic systemic fibrosis: why did it happen and what have we learned? [J]. J Magn Reson Imaging, 2009, 30(6): 1236-1239.
- [21] 汤浩, 王秋霞, 孟晓岩, 等. 非对比剂增强 MR 血管成像技术在门静脉成像中的应用[J]. 放射学实践, 2014, 29(12): 1434-1438.
- [22] Lanzman RS, Voiculescu A, Walther C, et al. ECG-gated nonenhanced 3D steady-state free precession MR angiography in assessment of transplant renal arteries: comparison with DSA[J]. Radiology, 2009, 252(3): 914-921.
- [23] 汤浩, 胡军武, 王秋霞, 等. 基于多反转脉冲空间标记技术的非对比剂增强磁共振血管成像序列在评估移植肾血管解剖方面的研究[J]. 放射学实践, 2014, 29(11): 1300-1305.
- [24] Buturovic-Ponikvar J. Renal transplant artery stenosis[J]. Nephrol Dial Transplant, 2003, 18(Suppl 5): 74-77.
- [25] Bruno S, Remuzzi G, Ruggenenti P. Transplant renal artery stenosis[J]. J Am Soc Nephrol, 2004, 15(1): 134-141.
- [26] Hubsch PJ, Mostbeck G, Barton PP, et al. Evaluation of arteriovenous fistulas and pseudoaneurysms in renal allografts following percutaneous needle biopsy. Color-coded Doppler sonography versus duplex Doppler sonography[J]. J Ultrasound Med, 1990, 9(2): 95-100.

[27] 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.
(收稿日期: 2015-03-04 修回日期: 2015-04-17)

本刊可直接使用的医学缩略语

医学论文中正确、合理使用专业名词可以精简文字, 节省篇幅, 使文章精炼易懂。现将放射学专业领域为大家所熟知的专业名词缩略语公布如下(按照英文首字母顺序排列), 以后本刊在论文中将对这一类缩略语不再注释其英文全称和中文。

- ADC (apparent diffusion coefficient): 表观扩散系数
- ALT: 丙氨酸转氨酶; AST: 天冬氨酸转氨酶
- BF (blood flow): 血流量
- BOLD (blood oxygenation level dependent): 血氧水平依赖
- BV (blood volume): 血容量
- b: 扩散梯度因子
- CAG (coronary angiography): 冠状动脉造影
- CPR (curve planar reformation): 曲面重组
- CR (computed radiography): 计算机 X 线摄影术
- CT (computed tomography): 计算机体层成像
- CTA (computed tomography angiography): CT 血管成像
- CTPI (CT perfusion imaging): CT 灌注成像
- DICOM (digital imaging and communication in medicine): 医学数字成像和传输
- DR (digital radiography): 数字化 X 线摄影术
- DSA (digital subtraction angiography): 数字减影血管造影
- DWI (diffusion weighted imaging): 扩散加权成像
- DTI (diffusion tensor imaging): 扩散张量成像
- ECG (electrocardiography): 心电图
- EPI (echo planar imaging): 回波平面成像
- ERCP (endoscopic retrograde cholangiopancreatography): 经内镜逆行胰胆管造影术
- ETL (echo train length): 回波链长度
- FLAIR (fluid attenuation inversion recovery): 快速小角度激发反转恢复
- FLASH (fast low angel shot): 快速小角度激发
- FOV (field of view): 视野
- FSE (fast spin echo): 快速自旋回波
- fMRI (functional magnetic resonance imaging): 功能磁共振成像
- IR (inversion recovery): 反转恢复
- Gd-DTPA: 钆喷替酸葡甲胺
- GRE (gradient echo): 梯度回波
- HE 染色: 苏木素-伊红染色
- HRCT (high resolution CT): 高分辨率 CT
- MPR (multi-planar reformation): 多平面重组

- MIP (maximum intensity projection): 最大密(强)度投影
- MinIP (minimum intensity projection): 最小密(强)度投影
- MRA (magnetic resonance angiography): 磁共振血管成像
- MRI (magnetic resonance imaging): 磁共振成像
- MRS (magnetic resonance spectroscopy): 磁共振波谱学
- MRCP (magnetic resonance cholangiopancreatography): 磁共振胰胆管成像
- MSCT (multi-slice spiral CT): 多层螺旋 CT
- MTT (mean transit time): 平均通过时间
- NEX (number of excitation): 激励次数
- PACS (picture archiving and communication system): 图像存储与传输系统
- PC (phase contrast): 相位对比法
- PET (positron emission tomography): 正电子发射计算机体层成像
- PS (surface permeability): 表面通透性
- ROC 曲线 (receiver operating characteristic curve): 受试者操作特征曲线
- SPECT (single photon emission computed tomography): 单光子发射计算机体层摄影术
- PWI (perfusion weighted imaging): 灌注加权成像
- ROI (region of interest): 兴趣区
- SE (spin echo): 自旋回波
- STIR (short time inversion recovery): 短时反转恢复
- TACE (transcatheter arterial chemoembolization): 经导管动脉化疗栓塞术
- T₁ WI (T₁ weighted image): T₁ 加权像
- T₂ WI (T₂ weighted image): T₂ 加权像
- TE (time of echo): 回波时间
- TI (time of inversion): 反转时间
- TR (time of repetition): 重复时间
- TOF (time of flight): 时间飞跃法
- TSE (turbo spin echo): 快速自旋回波
- VR (volume rendering): 容积再现
- WHO (World Health Organization): 世界卫生组织
- NAA (N-acetylaspartate): N-乙酰天门冬氨酸
- Cho (choline): 胆碱
- Cr (creatinine): 肌酐

(本刊编辑部)