

Evaluation of vascular complications after living donor liver transplantation with dynamic contrast-enhanced MR angiography

WANG Hong, MU Xue-tao*, WU Chun-nan, LIU Hong-li

(Department of Medical Imaging, General Hospital of Armed Police, Beijing 100039, China)

[Abstract] **Objective** To observe the value of dynamic contrast-enhanced MR angiography (DCE MRA) with gadobenate dimeglumine in evaluation of vascular complications after living donor liver transplantation. **Methods** Thirty-four consecutive patients were examined with MR after living donor liver transplantation. First, 1 ml gadobenate dimeglumine was injected in vein to infer the time of gadobenate dimeglumine reaching abdominal artery performing testbolus. Then a scan with three-dimensional T1-weighted fast low-angle shot (3D-FLASH) sequence was performed. Four phases in series from arterial period were scanned and every phase paused 10 s to obtain images of the arterial, portal venous and hepatic venous systems. The original and maximum intensity projection (MIP) reconstructed images, categorized vessel visualization on a five-point scale and observed stoma of hepatic artery, portal venous and hepatic venous inferior vena cava, diameter and display of surrounding vessels were observed. The results were compared with those of digital subtraction angiography (DSA), ultrasound and clinical data. **Results** Overall vessel visualization assessment demonstrated good or very good ratings for the majority of patients. Among all 34 patients, hepatic artery stenosis was found in 4, portal vein stenosis in 6, portal vein thrombosis was detected in 2, while middle hepatic veins stenosis was detected in 1 patient, among whom 10 patients were confirmed with DSA, 4 with surgery, the others with ultrasound or follow-up. **Conclusion** Gadobenate dimeglumine DCE MRA is a highly accurate, noninvasive tool for evaluation of vascular complications after living donor liver transplantation, may be regarded as the first choice in postoperative evaluation.

[Key words] Liver transplantation; Magnetic resonance imaging

动态增强 MRA 诊断活体肝移植术后血管并发症

王 宏, 穆学涛*, 吴春楠, 刘红丽

(武警总医院医学影像科, 北京 100039)

[摘要] **目的** 评估钆贝葡胺动态增强磁共振血管成像(DCE MRA)对活体肝移植术后肝动脉、门静脉、肝静脉血管并发症的诊断价值。**方法** 34 例活体肝移植受体, 术后均接受 MR 扫描。经静脉注入 1 ml 钆贝葡胺注射液后同时启动 testbolus 测出循环至腹主动脉时间。后行冠状位三维 T1 加权快速扰相小角度梯度回波(3D-FLASH)序列扫描, 自动脉期开始连续扫描 4 期, 每期相隔 10 s, 获得肝动脉、门静脉、肝静脉期图像。两名放射科医师观察原始及最大密度重建(MIP)图像。并把 MRA 图像质量定为 5 级。观测肝动脉、门静脉、肝静脉及下腔静脉吻合口与邻近血管的相对大小、血管的显示程度, 并将结果与同期进行的数字减影血管造影(DSA)、超声和临床综合资料的结果对照。**结果** MRA 对于肝动脉、门静脉、肝静脉系统的显示均较好。肝动脉狭窄 4 例, 门静脉狭窄 6 例, 门静脉栓塞 2 例, 肝中静脉重度狭窄 1 例。其中 DSA 证实 10 例, 手术证实 4 例, 其余均经超声、随访等证实。**结论** 钆贝葡胺动态增强 MRA 安全无创, 对肝动脉、门静脉、肝静脉显示清楚, 对于血管并发症的诊断准确率较高, 有可能成为活体肝移植术后诊断血管并发症首选的影像学检查手段。

[关键词] 肝移植; 磁共振成像

[中图分类号] R617; R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2010)04-0693-04

[基金项目] 武警总医院科研基金(WZ2007002、WZ2008008)。

[作者简介] 王宏(1955—), 女, 吉林长春人, 硕士, 主任医师。研究方向: 肝移植和眼眶影像诊断学。E-mail: wanghongwjMRI@sina.com

[通讯作者] 穆学涛, 武警总医院医学影像科, 100039。E-mail: muxuetao091@163.com

[收稿日期] 2009-09-01 [修回日期] 2009-10-13

近年来活体肝移植发展迅速,供肝短缺越来越明显^[1]。活体肝移植术中需对受体及供体的肝动脉、门静脉、下腔静脉和胆总管分别进行吻合,且供肝是健康人的部分肝脏,血管较细小,术后血管并发症较多,严重影响移植肝和患者的存活^[1-4]。动态增强磁共振血管成像(dynamic contrast-enhanced MR angiography, DCE MRA)利用注射对比剂来缩短血液的 T1 时间,明显提高血流信号,启用快速序列可清晰显示肝脏血管。钆贝葡胺(gadobenate dimeglumine)对比剂 T1 弛豫率高,经静脉注入人体后峰期持续时间长,用于增强扫描效果较好。本研究探讨钆贝葡胺 DCE MRA 对活体肝移植术后血管并发症的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料 2007 年 11 月—2009 年 7 月 34 例活体肝移植术后肝功能异常患者接受 MRA 检查,其中男 31 例,女 3 例,年龄 2~61 岁,中位年龄 40.4 岁。所有患者均在 MRA 检查前后 3 天内接受超声检查,其中 10 例接受数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA),4 例患者接受手术治疗(其中 1 例接受 2 次肝移植)。

1.2 MR 检查方法 检查一般于上午进行,患者当日晨禁食禁水。采用 Siemens Medical Solutions 3.0T 超导型磁共振扫描仪,定位扫描后行冠状位半傅立叶采集单层激发快速自旋回波(half-Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo, HASTE)序列扫描,利用冠状位重新定位后行轴位肝脏 T1WI、T2WI 序列扫描。以 testbolus 技术测量对比剂到达靶血管的峰值时间。选用腹主动脉层面作为测试层面,对比剂注射速度 3 ml/s,注药量:A 管为 1 ml 对比剂,B 管用 20 ml 生理盐水冲管。同时启动高压注射器与 testbolus,待对比剂进入腹主动脉信号强度达到最大并开始下降后停止扫描。得出一组腹主动脉层面不同时间的动态图像,用 Mean curve 软件画出兴趣区,获得时间-强度曲线,得出峰值时间并通过公式(扫描延迟=循环时间-K 空间中心时间+1/2 时窗)计算扫描延迟时间。之后预扫观察患者屏气情况和扫描范围,再进行 DCE MRA。增强时

注射速度仍为 3 ml/s,A 管对比剂剂量为 0.1 mmol/kg 体质量,B 管为 20 ml 生理盐水。扫描序列为三维 T1 加权快速扰相小角度梯度回波(3-dimensional T1-weighted fast low-angle shot 3D-FLASH)序列,冠状位扫描,尽量包括全部肝脏,扫描参数:TR/TE 2.68 ms/1.09 ms,翻转角 30°,FOV 340 mm × 480 mm,矩阵 264 × 512,层厚 1.2 mm,扫描时间控制在一次屏气内完成,一般为 16 s,对屏气

不良者必要时增加层厚减少层数以进一步缩短扫描时间。自动脉期开始连续扫描 4 期,每期相隔 10 s,分别获得肝动脉、门静脉、肝静脉期图像。

1.3 图像分析和统计学处理

1.3.1 3D-FLASH 容积数据传入 Siemens 并行后处理工作站,先把动脉期图像和预扫图像进行减影,获得动脉期减影图像,门脉期、肝静脉期图像直接进行重建。各期图像传入 vessel view 任务卡行最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)重建,还可以进行薄层最大密度投影(min MIP)重建以更好的显示细小血管。

1.3.2 两位有 5 年以上工作经验的放射科医师共同对图像进行分析,意见不统一时以年资较高者为准。首先观察原始图像及 MIP 重建,确定图像质量。观察肝动脉、门静脉、肝静脉管腔及吻合口的显示情况,并对 MRA 图像质量进行评分:1 分为血管未显示:原始图像及 MIP 重建均未显示血管;2 分为显示较差:原始图像部分显示血管,MIP 重建未显示血管;3 分为显示合格:原始图像显示血管全貌,MIP 重建显示血管较差;4 分为显示良好:原始图像显示血管全貌,MIP 重建大血管对比好,细小血管对比较差;5 分为显示优秀:原始图像及 MIP 重建大血管及细小血管对比均较好。

1.3.3 观测肝动脉、门静脉、肝静脉及下腔静脉吻合口与邻近血管管腔的相对大小、血管分支的显示程度,按照血管狭窄程度分为 3 组:①轻度狭窄组:测量血管狭窄程度 ≤ 50%;②中度狭窄组:测量血管狭窄程度在 50%~75% 之间;③重度狭窄组:测量血管狭窄程度 ≥ 75% 或存在弥漫性病变。按照血管狭窄的范围分为吻合口狭窄和弥漫性狭窄。评价有无血管并发症,并将结果与同期进行的手术、DSA、超声和临床综合资料的结果对照。

2 结果

2.1 DCE MRA 发现肝动脉狭窄 4 例(其中吻合口中度狭窄 2 例,吻合口重度狭窄 1 例,弥漫性狭窄 1 例,图 1),门静脉狭窄 6 例(其中吻合口轻度狭窄 1 例,吻合口中度狭窄 1 例,吻

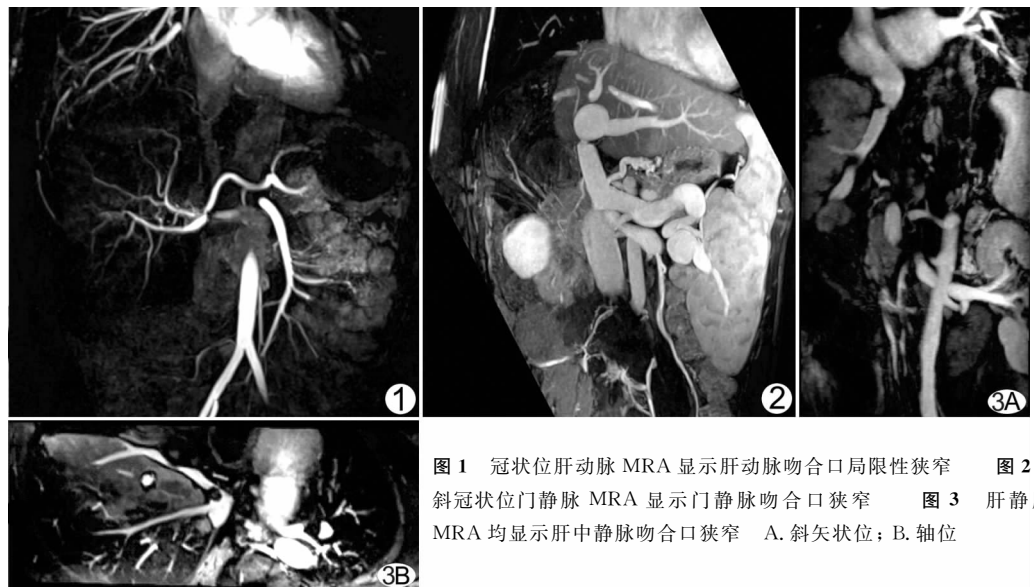


图 1 冠状位肝动脉 MRA 显示肝动脉吻合口局限性狭窄 图 2 斜冠状位门静脉 MRA 显示门静脉吻合口狭窄 图 3 肝静脉 MRA 均显示肝中静脉吻合口狭窄 A. 斜矢状位; B. 轴位

合口重度狭窄 2 例,弥漫性狭窄 2 例,图 2),门静脉栓塞 2 例,肝中静脉重度狭窄 1 例(图 3);其中 DSA 证实 10 例,手术证实 4 例,其余均经超声、随访等证实。

2.2 动脉的图像质量 对腹腔干(celiac axis, CA)、肝总动脉(common hepatic artery, CHA)、肝固有动脉(proper hepatic artery, PHA)、肝右动脉(right hepatic artery, RHA)或肝左动脉(left hepatic artery, LHA)进行图像质量评分,取平均值,得分分别为 4.61 ± 0.32 、 4.38 ± 0.29 、 4.32 ± 0.49 、 4.22 ± 0.61 、 4.09 ± 0.46 。

2.3 静脉系统的图像质量 对门静脉主干(portal vein, PV)、门脉左支(left portal vein, LPV)、门脉右支(right portal vein, RPV)、肝左静脉(left hepatic vein, LHV)、肝中静脉(middle hepatic vein, MHV)、肝右静脉(right hepatic vein, RHV)、下腔静脉(inferior vena, IV)进行图像质量评分,取平均值,得分分别为 4.63 ± 0.28 、 4.52 ± 0.44 、 4.38 ± 0.33 、 4.31 ± 0.51 、 4.32 ± 0.40 、 4.20 ± 0.41 、 4.73 ± 0.22 。

3 讨论

活体肝移植术后并发症严重影响临床疗效,常常导致移植器官的功能丧失或患者死亡。早期诊断和及时处理至关重要。术后并发症主要包括血管并发症、胆管并发症及移植后排斥反应,是肝移植失败的重要因素,有些并发症的早期临床表现和实验室指标的变化并不明显,但有较明显的影像学改变,故影像检查非常重要。

血管并发症主要包括血管吻合口狭窄和血栓形成。活体肝移植中,供肝动脉为肝动脉左支或右支,管腔较细,吻合困难,因此术后肝动脉血栓形成和肝动脉吻合口狭窄是移植术后最常见且严重的动脉并发症(发生率分别为 $4\% \sim 25\%$ 和 11%),常发生于肝动脉供体和受体吻合处,易引起肝动脉闭塞,使肝脏和胆管缺血。活体肝移植中门静脉管径较粗,不易栓塞,但吻合口狭窄较常见。吻合肝静脉时,由供肝的 1 支或 2 支肝静脉与受体的下腔静脉进行吻合,吻合口一般较大,必要时需进行肝静脉成形,所以并发症相对较少,本组仅有 1 例肝静脉狭窄为肝中静脉成形后吻合口狭窄。

术后确定肝血管病变的方法包括超声、DSA、CT 血管造影(CT angiography, CTA)和 MRA。超声检查安全、简便,多普勒超声显示肝移植术后肝动脉栓塞的敏感性达 92% ,但超声检查与操作者相关性较大。DSA 可以作为确定肝动脉狭窄的金标准,但属有创性检查,患者所受辐射量较大,并且不能很好地显示门静脉和肝静脉^[5]。CTA 通过静脉一次注入对比剂,动态扫描可以显示肝动脉、门静脉、肝静脉系统^[6-8],图像清楚,但射线剂量较大,作为术后常规检查不甚理想。MRA 的局限性是对细小血管的显示较差,对体内有铁磁性金属异物及重症监护患者不能进行此检查。

DCE MRA 安全、无创,对于腹部大血管病变的诊断价值较高。增强 MRA 利用顺磁性对比剂使血液的 T1 值明显缩短,扫描所用为快速梯度回波序列 T1WI,背景组织信号因饱和效应明显衰减。近年来,随着 MRI 软、硬件的发展,图像的时间和空间分辨力有了很大提高。本研究使用的 3D-FLASH 序列一次容积扫描仅需 16 s,扫描范围基本包括全

肝,还可通过增加层厚并减少层数进一步缩短扫描时间;通过多期扫描,一次注射对比剂可以同时显示肝动脉、门静脉和肝静脉^[9-13];扫描时间短,患者屏气较容易,可以减少屏气不良造成的图像模糊;利用 testbolus 技术可以更准确地抓住动脉期,显示动脉并发症;采用 264×512 矩阵,层厚 1.2 mm,图像分辨力高,细小动脉也能清楚显示。本组动脉系统图像质量均较好,诊断肝动脉并发症 4 例,均经临床证实。

增强 MR 静脉成像可以有效克服血流及饱和伪影,将门静脉及其分支、脾静脉、肠系膜上静脉和肝静脉、下腔静脉同时显示在一幅图像上,清楚显示静脉狭窄的位置和长度等准确信息及病灶与血管的关系。钆贝葡胺是一种新型对比剂,通过一个突出的疏水基团,能与血浆白蛋白微弱及高度可逆性结合,显著加快血液的纵向弛豫,其 T1 弛豫率约为常用细胞外液对比剂的 1.8 倍^[14],不仅对血管显示较好^[13],而且通过延迟成像还可评价胆管系统^[15]。由于钆贝葡胺注入人体后峰值可持续约 2 h,所以无须计算门静脉、肝静脉的扫描时机。本组扫描动脉期后每次间隔 10 s 连续扫描 4 次,对门静脉、肝静脉的显示质量均较好;且门静脉、肝静脉管径较粗,在屏气不良者仍能取得良好效果。1 例 2 岁患儿在镇静状态下自由呼吸,门静脉、肝静脉仍能清楚显示。本组门静脉并发症 8 例、肝静脉并发症 1 例均获正确诊断,无漏诊、误诊病例。

本研究的不足:①活体肝移植术后接受 MRA 检查患者中仅有 14 例接受 DSA 或手术作为对照,其余全部为超声、随访证实,有待进一步扩大样本量;②受患者屏气时间的影响,冠状位 3D-FLASH 序列扫描范围不能完全包括全肝,其中肝脏的前后缘部分小血管超出扫描范围,但吻合口均位于腹部近中央处,显示不会受到影响。

总之,钆贝葡胺 DCE MRA 安全无创,对肝动脉、门静脉、肝静脉显示清楚,诊断血管并发症准确度高,有可能成为活体肝移植术后诊断血管并发症首选的影像学检查手段。

[参考文献]

- [1] 严律南. 活体肝移植的现状与展望. 中国普外基础与临床杂志, 2007, 14(6):128-132.
- [2] Shin HW, Sung-GL, Young JL, et al. lessons learned from 1000 living donor liver transplantations in a single center: how to make living donations safe. Liver transplantation, 2006, 12(6):920-927.
- [3] Sugawara Y, Makuuchi M. Safe liver harvesting from living donors. Liver Transplantation, 2006, 12(6):902-903.
- [4] 陈凯,沈文,祁吉. 肝移植术后肝动脉并发症的影像诊断及介入性治疗. 中国介入影像与治疗学, 2006, 3(1):77-79.
- [5] Convey AM, Brody LA, Msluccio MA. Variant hepatic arterial anatomy revisited: digital subtraction angiography performed in 600 patients. Radiology, 2002, 224(2):542-547.
- [6] 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. AJR Am J Roentgenol, 2006, 186(4):1079-1085.
- [7] Boraschi P, Donati F, Cossu MC, et al. Multi-detector computed tomography angiography of the hepatic artery in liver transplant

- recipients. *Acta Radiol*, 2005, 46(5):455-461.
- [8] 曲宁,徐荣天. 多层螺旋 CT 血管成像在肝移植术前对肝动脉的评价. *中国医学影像技术*, 2006, 22(9):1364-1366.
- [9] Schroeder T, Malagó M, Debatin JF, et al. "All-in-one" imaging protocols for the evaluation of potential living liver donors: comparison of magnetic resonance imaging and multidetector computed tomography. *Liver Transpl*, 2005, 11(7):776-787.
- [10] Bian J, Sha L, Yang C, et al. Three-dimensional dynamic contrast-enhanced MR angiography for evaluating recipient vessels in orthotopic liver transplantation. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*, 2008, 7(5):476-480.
- [11] 阮凌翔,许顺良,刘锦鹏,等. 三维动态增强磁共振血管造影评价肝移植术后血管狭窄的诊断价值. *浙江大学学报(医学版)*, 2005, 34(3):263-266.
- [12] 王文超,陈敏,赵伟峰,等. 透视触发 3DLAVA 技术在肝实质病变及血管成像中的应用. *中国医学影像技术*, 2007, 23(8):1241-1244.
- [13] 王宏,穆学涛,吴春楠,等. 钆贝葡胺三维动态增强磁共振血管成像对活体肝移植供体术前血管系统的评价. *中国医学影像技术*, 2008, 24(11):1749-1752.
- [14] Reimer P, Schneider G, Schima W. Hepatobiliary contrast agents for contrast-enhanced MRI of the liver: properties, clinical development and applications. *Eur Radiol*, 2004, 14(4):559-578.
- [15] 王宏,穆学涛,吴春楠,等. 活体肝移植供体胆管造影——磁共振胆管水成像和莫迪司增强胆管造影对比. *生物医学工程与临床*, 2009, 13(3):193-197.

2010 年中国医学影像技术国际论坛 暨《中国医学影像技术》杂志编委换届大会 第二轮通知

2010 年中国医学影像技术国际论坛暨《中国医学影像技术》杂志编委换届大会将于 2010 年 9 月 24—26 日在北京召开,敬请关注。

一、会议征文内容

1. 征文范围:医学影像诊断学(包括普通放射诊断学、CT、MRI、DSA、超声、核医学)、比较影像学、影像技术学、医学影像处理、介入放射学、介入护理学、放射治疗学、医学物理学、生物医学工程设计、生物医学工程学、生物医学材料学等方面的论著、实验研究、综述、短篇报道、经验介绍等,重点体现先进性、实用性、科学性相结合的方法与技术。参会者将获得国家级 I 类继续医学教育 10 学分。

2. 征文要求:①来稿请发 E-mail,包括 4000 字左右 Word 格式全文及 400 字左右中、英文摘要各一份,按“目的、方法、结果、结论”四部分撰写。②所有文章均要有中、英文题目,作者简介写于文章最后,包括:姓名、出生年月、性别、民族、籍贯、学历学位、职称、研究方向、联系电话(必须)、E-mail。③来稿请附单位介绍信并说明论文作者署名无争议,不涉及保密,无一稿多投,已在全国公开发行的刊物上发表的文章不再录用。④来稿请注明“2010 论坛”,并发 E-mail 至:edit@mail.ioa.ac.cn。⑤稿件处理:优秀论文将发表于《中国医学影像技术》或《中国介入影像与治疗学》,经专家评审通过的论文将收入《中国医学影像技术》增刊。

3. 截稿日期:2010 年 6 月 20 日。会议具体时间、地点见第三轮通知。

二、联系方式

通讯地址 北京市海淀区罗庄南里宏嘉丽园 1-301 室,邮编:100088

电话 010-82050373/4-801/810

传真 010-82050373/4-800

网址 www.cjmit.com

E-mail edit@mail.ioa.ac.cn

联系人 杨海,张放(010-82050373/4-810,13041118809)