

## • 血管介入 Vascular intervention •

## MRI 融合导航经颈静脉肝内门体分流术的临床优势和经验

安涛, 阮娜, 罗翰林, 马瑛, 李记华, 何旭, 许卫国,  
王天佑, 李勇

**【摘要】目的** 探讨 MRI 融合导航技术在经颈静脉肝内门体分流术(TIPS)中的应用价值及其在食管胃底静脉曲张的技术优势。**方法** 选取 2020 年 12 月至 2021 年 3 月在珠海市人民医院治疗的 6 例需行 TIPS 手术患者。术前行肝脏容积加速采集成像(LAVA)序列腹部 MRI 增强扫描,将 MRI 增强图像与术中 DSA 图像匹配并 2 次校准后的融合图像叠加至术中透视影像,作为由肝静脉至门静脉穿刺的路径指引,同时在 MRI 融合导航下不使用对比剂完成胃底静脉曲张插管,根据静脉曲张情况行栓塞治疗。**结果** 6 例导引手术全部成功,技术成功率 100%。2 例采用气管插管麻醉,4 例局部麻醉。术中肝静脉和门静脉穿刺为  $(2.5 \pm 1.7)$  次,穿刺时间(开始穿刺至导丝通过)为  $(211.7 \pm 180.6)$  s,手术时长为  $(117.5 \pm 53.5)$  min,X 射线累积剂量为  $(1\ 010.3 \pm 833.8)$  mGy,对比剂使用量为  $(122.5 \pm 25.9)$  mL,均未出现严重并发症。**结论** MRI 融合导航技术辅助 TIPS 手术安全可行,融合导航下可快速完成食管胃底静脉曲张插管,技术优势明显,值得临床推广。

**【关键词】** 磁共振成像;经颈静脉肝内门体分流术;影像融合;肝脏容积加速采集成像;导航

中图分类号:R575.2 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2023)-02-0119-04

**Transjugular intrahepatic portosystemic shunt with help of MRI fusion image navigation technique: its clinical advantages and preliminary experience** AN Tao, RUAN Na, LUO Hanlin, MA Ying, LI Jihua, HE Xu, XU Weiguo, WANG Tianyou, LI Yong. Department of Interventional Medicine, Zhuhai People's Hospital, Zhuhai, Guangdong Province 519000, China

Corresponding author: LI Yong, E-mail: 403835178@163.com

**【Abstract】Objective** To discuss the application value of MRI fusion image navigation technology in performing transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS), and to analyze its technical advantages in esophagogastric vein embolization treatment. **Methods** A total of 6 patients, who were admitted to the Zhuhai People's Hospital of China to receive TIPS between December 2020 and March 2021, were enrolled in this study. The preoperative abdominal enhanced MRI scan by using liver acquisition with volume acceleration (LAVA) sequence was performed in all patients. The enhanced MRI images were matched with the intraoperative DSA images to obtain fusion images, after making 2 times of calibration processing the fusion images were superimposed on the intraoperative fluoroscopy images, thus fused images were used as a route guide for the puncturing through hepatic vein into portal vein. Under MRI fusion image navigation guidance and with no use of contrast medium, the gastric vein catheterization was performed and the esophagogastric vein embolization treatment, when needed, was carried out. **Results** With the help of MRI fusion image navigation technology, successful TIPS was accomplished in all the 6 patients, the technical success rate was 100%. Tracheal intubation anesthesia was employed in 2 patients and local anesthesia was adopted in 4 patients. The number of hepatic and portal vein punctures were  $(2.5 \pm 1.7)$  times, the mean time spent for puncture (from starting puncture to guide wire passing through) was  $(211.7 \pm 180.6)$  seconds, the mean time spent for operation was  $(117.5 \pm 53.5)$  minutes, the mean cumulative X-ray dose was  $(1\ 010.3 \pm 833.8)$  mGy, and the mean used amount of contrast medium was  $(122.5 \pm 25.9)$  mL. No serious complications

occurred. **Conclusion** MRI fusion image navigation technology-assisted TIPS procedure is clinically safe and feasible. Under MRI fusion image navigation guidance, esophagogastric vein catheterization can be rapidly accomplished. Because of its remarkable technical advantage, this technique is worth promoting in the clinical practice.

**【Key words】** magnetic resonance imaging; transjugular intrahepatic portosystemic shunt; image fusion; liver acquisition with volume acceleration; navigation

经颈静脉肝内门体分流术(transjugular intrahepatic portosystemic shunt,TIPS)是治疗门静脉高压的微创手术,也是介入放射学难度最高的手术之一,主要难点是建立有效的穿刺通道<sup>[1]</sup>。近年来,影像融合技术快速发展,先后应用于脑血管病、胸腹部大血管的介入治疗,TIPS手术中也在逐步开展,主要方法是CT影像融合导航。本研究创新性地通过将患者术前腹部MRI与术中DSA影像融合引导TIPS手术,并在导航下行胃底静脉选择性插管栓塞,效果良好。现报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 一般资料

选取2020年12月至2021年3月在珠海市人民医院治疗的6例需行TIPS手术患者。术前采用肝脏容积加速采集成像(liver acquisition with volume acceleration,LAVA)序列行上腹部MRI动态增强扫描,排除门静脉海绵样变或门静脉主干显示不清患者,术中提取MR肝静脉和门静脉血管像进行实时导航。所有患者均签署手术知情同意书。

### 1.2 设备与影像采集

MR设备:Discovery MR750W 3.0T磁共振成像系统(美国GE医疗公司);血管机设备:Discovery IGS 740 复合手术室(美国GE医疗公司);后处理工作站:GE Healthcare AW4.7;后处理软件包:Volume Viewer 11.3。

采用LAVA动态增强MRI扫描采集影像。MR对比剂(Gd-DTPA)用量:0.2 mL/kg,速率2 mL/s;LAVA技术参数:TE minimum,带宽142.86 kHz,反转角15°,FOV 38 cm,矩阵256×200,层厚5 mm,加速因子2.0 Ph,每期扫描时间16 s;扫描延时时间:注射开始后20 s扫描一组动脉期,门静脉期50~60 s扫描两组,延迟期3 min扫描一组。

### 1.3 导航准备

通过影像存档及传输系统(PACS)将MRI-LAVA序列门静脉期图像回传至DSA工作站,行导航前准备(图1):选择Auto Bone Xpress功能,进入自动去骨界面,手动剪切提取T12椎体及肋骨,用容积重建技术呈现,另一窗口用容积重建技术重建血管结构,重点显示肝静脉、门静脉及曲张静脉主干,标记肝静脉、门静脉穿刺点,选择导出功能用于椎体配准。患者取仰卧位,采用气管插管全身麻醉,或穿刺点局部麻醉结合皮下注射吗啡止痛;转动C臂选取患者左前斜右前斜双工作角度行T12椎体及肋骨图像配准,保存匹配结果,切换至血管像开始实时导航;术中行腹腔干或肠系膜上动脉间接门静脉造影予融合血管像门静脉血管校准,行选择性肝静脉造影予融合血管像肝静脉血管校准。所有图像处理由经验丰富的同一主管技师完成。除去配准校准步骤,导航过程由设备自动跟踪完成。

### 1.4 手术方法

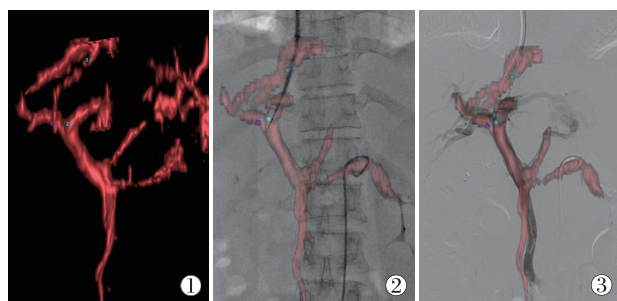
患者取仰卧位,显露股动脉区,采用Seldinger



①使用后处理工作站提取T12椎体及肋骨;②匹配界面,选取双工作角度(左前斜右前斜)透视图像分别进行T12椎体与肋骨图像配准;③提取肝静脉、门静脉曲张影像用于术中导航显示

图1 配准界面腹部MRI-LAVA序列门静脉期骨骼提取、三维血管重建

法穿刺单侧股动脉,留置导管鞘,通过导丝引入 RH 导管至腹腔干或肠系膜上动脉行间接门静脉造影,确认门静脉情况;显露颈部区域,Seldinger 法穿刺右颈总静脉,留置导管鞘,行选择性肝静脉插管;通过后处理工作站完成 MRI 肝静脉、门静脉三维图像重建,根据需要标注穿刺点;经颈静脉引入 RUPS 穿刺套件,融合影像导航下调节穿刺针方向行穿刺,导航图像自动跟随移动,穿刺完成后造影验证(图 2);经导丝引入 6 mm×80 mm 球囊导管行穿刺通道扩张,抽瘪球囊将穿刺套件中血管鞘顺势送入门静脉主干,通过鞘管引入专用覆膜支架,后退鞘管在门静脉释放支架裸端,回拉支架待覆膜端平齐门静脉穿刺点即固定支架回撤血管鞘,支架完全释放;在支架覆膜段充分打胀扩张,避免因支架狭窄形成束腰征;门静脉造影检查支架通畅情况、食管胃底静脉曲张情况(若曲张血管管径粗、流速快、分支明显增多,由分流道引入 Cobra 导管,融合血管图像指引下于曲张静脉开口分别行选择性胃冠状静脉、胃短静脉插管,造影确认后使用合适直径弹簧圈结合外科胶、聚桂醇等行栓塞硬化治疗,栓塞效果满意即可)。术毕拔除鞘管,压迫穿刺点止血。



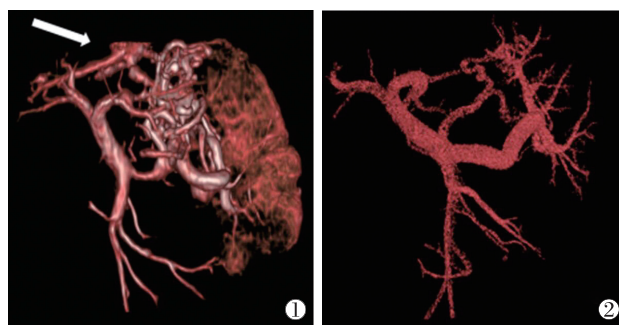
①使用后处理工作站完成 MRI 肝静脉、门静脉曲张静脉三维重建,标注门静脉穿刺点(1、2)、肝静脉穿刺点(3);②使用导航软件行术中影像融合实时导航,由肝静脉向门静脉穿刺;③穿刺完成后造影验证见门静脉显影,与融合图像匹配良好

图 2 MRI-DSA 影像融合导航下行 TIPS

## 2 结果

6 例患者一般资料和手术特征见表 1。6 例引导手术全部成功,技术成功率 100%。2 例采用气管插

管麻醉,4 例局部麻醉。术中肝静脉和门静脉穿刺为 $(2.5\pm 1.7)$ 次,穿刺时间(开始穿刺至导丝通过)为 $(211.7\pm 180.6)$  s,手术时长为 $(117.5\pm 53.5)$  min,X 射线累积剂量为 $(1\ 010.3\pm 833.8)$  mGy,对比剂使用量为 $(122.5\pm 25.9)$  mL。未出现严重并发症。术后随访 2~4 个月,6 例患者恢复良好。三维图像对比见图 3。



①基于 MRI-LAVA 序列数据的三维图像,肝静脉显示良好(箭头);  
②基于 CT 增强数据的三维图像,肝静脉常无法清晰显示

图 3 三维图像对比

## 3 讨论

TIPS 依然是外周介入难度最大的手术,中小型医院很难开展。随着设备和技术进步、软件功能日益完善,影像融合导引手术已成为趋势,也有效降低了手术难度,使可视化手术成为现实<sup>[2-3]</sup>。最先实现的是 CT 影像融合导航 TIPS,但 CT 图像肝静脉显示不佳问题一直存在<sup>[4]</sup>。由于需要在三维模型中显示肝静脉和门静脉,CT 图像肝静脉和门静脉是两个期相,CT 导航三维重建不能两顾,在肝静脉显示上始终不尽如人意(图 3)。肝静脉插管造影是重要校准过程,肝右静脉、肝中静脉走行有时通过造影难以区分,导致穿刺门静脉方向上会有很大偏差,甚至穿刺失败。术前标识肝中静脉可方便术中辨识,降低穿刺误差。

MRI 融合导航采用 LAVA 序列腹部动态增强扫描的门静脉期。此时血管内注射 Gd-DTPA 可缩短门静脉血液 T1 值,造成血管和周围组织产生明显的信号差别,通过 LAVA 序列三维容积扫描采集信号

表 1 6 例患者一般资料和手术特征

患者	性别	年龄	穿刺次数	栓塞部位	栓塞材料	支架	随访结果
1	男	69 岁	3	胃冠状静脉、短静脉	4 枚弹簧圈	Gore 8 mm×60 mm TIPS 专用覆膜支架 1 枚	恢复良好
2	女	66 岁	1	未栓塞		Gore 8 mm×80 mm TIPS 专用覆膜支架 1 枚	恢复良好
3	女	62 岁	1	胃冠状静脉、短静脉	2 枚弹簧圈	Gore 8 mm×60 mm TIPS 专用覆膜支架 1 枚	恢复良好
4	男	42 岁	2	胃冠状静脉、短静脉	聚桂醇+外科胶	裸支架 8 mm×80 mm+覆膜支架 8 mm×60 mm	恢复良好
5	男	51 岁	2	未栓塞		Gore 8 mm×60 mm TIPS 专用覆膜支架 1 枚	恢复良好
6	男	44 岁	6	胃冠状静脉、短静脉	4 枚弹簧圈+外科胶	Gore 8 mm×60 mm TIPS 专用覆膜支架 1 枚	恢复良好

增强的门静脉影像。经最大密度投影(MIP)处理的图像与对比增强MRA门静脉扫描结果无明显差别,而细小分支显示更加突出,同时肝静脉回收门静脉血液导致信号明显增强<sup>[5]</sup>。CT增强扫描通过大剂量团注对比剂可提高组织的平均密度,随着血流在组织达到对比剂峰值时间采集图像并呈现最好的强化效果,而对比剂峰值持续时间短,常规扫描很难把控扫描时间<sup>[6]</sup>。本研究观察到LAVA门脉期可同时清晰显示门静脉主干和肝静脉分支,此优势与CT增强图像明显区别。

本研究尝试使用MRI腹部血管图像导引TIPS手术,发现穿刺建立通道、球囊扩张、支架植入、曲张静脉栓塞等重要步骤全程实时可视,更加快速精准<sup>[7]</sup>;肝静脉、门静脉两种血管经过后处理可直接提取,同时在实时导航图像中显示,通过术前标记肝静脉和门静脉穿刺点明确指示穿刺路径和位置;LAVA序列扫描均采用呼气末屏气的闭气方式,肝脏体积未压缩,更接近人体自然状态,匹配后导引更加准确。定位与导航是导航技术两大重要功能。通过间接门静脉造影和肝静脉造影的两次术中校准,可保证定位准确性和导航有效性,减轻呼吸运动影响。同时,在双工作角度进行匹配校准,既可减少对手术流程的影响,又使匹配更准确。导航血管图像是三维图像,可提供导丝导管穿刺针在血管中走行路径,且术中跟随机架、手术床、C臂旋转实时自动调整位置,可多方位实时导引。

TIPS手术适用于肝硬化门静脉高压所致上消化道出血患者,临床常同期行胃底静脉曲张治疗<sup>[8-9]</sup>。术者常凭主观经验在透视监视下操控导丝导管反复探查曲张静脉开口,反复小剂量推注对比剂判定血管位置,交换多种形态导管以降低插管难度,因而会延长手术时间,增加患者受辐射剂量和对比剂使用量,加重患者肾脏负担。MRI融合导航血管像直接观察曲张血管形态和开口位置,实时指引下可不推注对比剂直接扭转导丝插入曲张静脉,完成造影确认静脉曲张程度后使用弹簧圈联合外科胶、聚桂醇等进行血管近端及分支栓塞<sup>[10-11]</sup>。弹簧圈移位栓塞是较棘手并发症,MRI融合导航下实时监测栓塞材料释放位置则易于把控,直接避免误栓正常血管,造影确认栓塞满意即可<sup>[12]</sup>。前后只需2次造影,可减少对比剂用量,缩短治疗时间。

综上,MRI融合导航TIPS手术弥补了传统手术仅依靠经验、手术效果不稳定的缺点,术中血管显示直观全面,清晰显示穿刺路径,联合胃底静脉曲张栓塞时实现零对比剂选择性插管,与CT导航相比优势明显。本研究尚处于初级阶段,样本量较小,缺少对比数据,后续仍需大样本量随机对照研究。

#### [参考文献]

- [1] Wang P, Qi X, Xu K. Evolution, progress, and prospects of research on transjugular intrahepatic portosystemic shunt applications[J]. J Interv Med, 2021,4:57-61.
- [2] Corbett C, Mangat K, Olliff S, et al. The role of transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt (TIPSS) in the management of variceal hemorrhage[J]. Liver Int, 2012, 32: 1493-1504.
- [3] Rouabah K, Varoquaux A, Caporossi JM, et al. Image fusion-guided portal vein puncture during transjugular intrahepatic portosystemic shunt placement[J]. Diagn Interv Imaging, 2016, 97: 1095-1102.
- [4] 张文广,任建庄,周朋利,等. 全程实时影像融合技术在经颈静脉肝内门体分流术中的临床应用[J]. 中华医学杂志, 2019, 99:3554-3557.
- [5] 吴伟,赵建农,郭大静,等. 三维肝脏快速容积采集整合阵列空间敏感编码技术在肝脏动态增强扫描中的应用[J]. 中华肝脏病杂志, 2008, 16:294-297.
- [6] 刘乐,赵惠丽,陈伟. 肝脏CT增强自动触发技术与延迟时间经验值法对比[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5:113-114.
- [7] 汤善宏,秦建平,束庆飞,等. TIPS术中引导门静脉分支穿刺方法[J]. 介入放射学杂志, 2014, 23:640-643.
- [8] 王芳,郭文成,汪庆强. 胃冠状静脉曲张辅助TIPS对肝硬化门脉高压症致上消化道出血患者再出血率和静脉曲张程度的影响[J]. 肝脏, 2020, 25:602-604.
- [9] 马鹏鹏,梁松年,钟红珊,等. Viatorr支架行TIPS术治疗门静脉高压性静脉曲张消化道出血效果评估[J]. 介入放射学杂志, 2020, 29:380-384.
- [10] Zheng D, Yu J, Li H, et al. Effects of transjugular intrahepatic portosystemic shunt treatment of patients with liver cirrhosis and portal hypertension: case series[J]. Medicine, 2021, 100: e26610.
- [11] Yan J, Browne W, Kesselman A. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS) as rescue therapy for endoscopic glue migration and bleeding gastric varices [J]. Radiol Case Rep, 2021, 16: 2035-2037.
- [12] Zhou L, Zhong B, Du H, et al. Comparison of embolic agents for varices during transjugular intrahepatic portosystemic shunt for variceal bleeding: tissue gel or coil? [J]. J Interv Med, 2020, 3: 195-200.

(收稿日期:2021-12-15)

(本文编辑:边 倩)