

磁共振带侧孔介入性穿刺针的实验研究

胡道予, 刘于宝, 李震, 夏黎明, 王承缘

【摘要】 目的:评价一种新型介入性磁共振穿刺针——带侧孔穿刺针的可行性及其与不带侧孔穿刺针相比较的优越性和临床应用价值。**方法:**在 1.9G 介入性磁共振穿刺针距针尖均为 5 mm 处制成大小均为约 3 mm × 1 mm 的侧孔, 每侧孔左右相距约 2 mm。分别以 1 ml/s、2 ml/s、3 ml/s、4 ml/s 的流率经带侧孔穿刺针注射生理盐水, 观察穿刺针各侧孔流量的变化。封闭穿刺针前端针孔, 以上述相同流率相同容量的生理盐水注射, 观察各侧孔流量的变化。分别以相同规格(1.9G)1 枚不带侧孔和 1 枚带侧孔穿刺针, 两枚相同规格不带侧孔穿刺针, 两枚相同规格带侧孔穿刺针在 MR 引导下穿刺动物(兔)肝脏, 以相同流率 2 ml/s 注射无水乙醇 4 ml, 动态观察(注射后 2 h、6 h、12 h、24 h)穿刺部位肝脏坏死范围的大小, 并比较两种穿刺针穿刺部位肝脏坏死范围差异是否有显著性意义。**结果:**以不同流率经带侧孔穿刺针注射相同容量生理盐水时, 当流率为 2 ml/s 时侧孔流量及流速为最佳; 封闭穿刺针前端针孔注射时, 各侧孔流速及流量与注射流率成正比。经带侧孔和不带侧孔穿刺针用无水乙醇以相同量相同流率(2 ml/s)穿刺动物肝脏时, 带侧孔穿刺针穿刺部位肝组织坏死范围明显大于不带侧孔穿刺针穿刺部位肝组织坏死范围, 且差异具有显著性意义($P < 0.05$)。**结论:**带侧孔介入性穿刺针是安全可行有效的, 对进一步的临床研究及其开发应用具有重要的价值。

【关键词】 穿刺术; 磁共振成像; 放射学, 介入性

【中图分类号】 R815 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2004)08-0583-04

Study of the interventional needle with side holes HU Dao-yu, LIU Yu-bao, LI Zhen, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate a new interventional MRI needle: the feasibility of the needle with side holes, the superiority and clinical value of the needle in comparison to the needle without side holes. **Methods:** The distance from the needle tip to the four side holes was 5mm, the distance between every side holes was 2mm, the size of every side holes was 3mm × 1mm. Normal saline was injected through the needle with the flow rate 1ml/s, 2ml/s, 3ml/s, 4ml/s respectively, then the various flow speed and volume were observed. The needle tip was then sealed and the above procedures were repeated. The liver was punctured under MR-guidance using a needle with side holes and a needle without side holes. 4ml anhydrous alcohol was then injected with the rate 2ml/s by two same needles with side holes, and two same needles without side holes. The extent of necrosis of the liver were observed (2h, 6h, 12h, 24h after injection) and compared if they existed significant difference. **Results:** The flow speed or volume was the best when the injection rate was 2ml/s; After the needle tip was sealed, the flow speed and volume was related to the injection rate. The extent of necrosis of the liver using the needle with side holes was larger than that without side holes, and there was significant difference ($P < 0.05$). **Conclusion:** The needle with side holes is safe and effective. It has great value for further study in clinical application.

【Key words】 Punctures; Magnetic resonance imaging; Radiology, interventional

MRI 无电离辐射, 具有多方位成像、组织对比分辨率高、不用对比剂即可显示血液流动等特点, 在穿刺活检、肿瘤消融术、血管介入等各方面都具有广阔的前景; 随着开放式磁场的不断改进, 各种超高速扫描序列的开发, 使介入性磁共振的研究成为当今介入医学中的一大热点, 开发和研制适合磁环境下使用的有效的穿刺针等介入性器材是介入性磁共振技术的关键要素之一, 但目前尚处于发展初期。本研究旨在探讨一种

新型介入性磁共振穿刺针——带侧孔穿刺针的可行性、有效性及其临床应用价值。

材料与方法

1. 实验材料、设备

不带侧孔穿刺针: 1.9G 介入性磁共振穿刺针。带侧孔穿刺针: 在 1.9G 介入性磁共振穿刺针距针尖 0.5 cm 处制成 4 个大小约为 0.3 cm × 0.1 cm 的侧孔, 每一侧孔左右相距约 0.2 cm, 由华中科技大学物理系按要求经激光打孔制作而成。自制定位标记物: 由 10 根长约 5 cm 直径约 5 mm 两端封闭充满碘油的塑料管相距 1 cm 排列而成。新西兰大白兔 20 只。GE 公司

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: 胡道予(1955-), 男, 武汉人, 博士, 教授, 主任医师, 主要从事腹部影像学诊断及介入放射学研究工作。

基金项目: 华中科技大学学科交叉科研基金资助(200210)

1. 5T Signa CV/i MR 扫描仪。

2. 实验方法

基础试验部分: 用高压注射器分别以 1 ml/s、2 ml/s、3 ml/s、4 ml/s 的流率经带侧孔穿刺针注射等量生理盐水 10 ml, 观察穿刺针各针孔流率及流量的变化, 并测量侧孔与前端针孔流出生理盐水的容量, 筛选出侧孔流出流率及流量最佳的注射流率。

封闭穿刺针前端针孔, 以上述相同流率相同容量的生理盐水注射, 观察各侧孔流量及流率的变化与注射流率的关系。

动物试验部分: 将 20 只大白兔随机分成 3 组: 第一组, 同时用 1 枚带侧孔穿刺针和 1 枚不带侧孔穿刺针穿刺组, 8 只; 第二组, 同时用 2 枚带侧孔穿刺针穿刺组, 6 只; 第三组, 同时用 2 枚不带侧孔穿刺针穿刺组, 6 只。实验后将穿刺部位肝组织送病理科行切片, HE 染色, 光镜下观察。

穿刺定位技术: 在穿刺扫描前将定位标记物置于预扫描范围(以剑突下平面为中心)体表, 行常规三平面定位扫描后, 两穿刺针在同一动物肝组织内相距大于 3 cm, 根据 MR 图像确定穿刺进针点及穿刺方向、深度, 再根据定位标记物在预穿刺部位(肝脏)表面定好位后, 分别将 2 枚 19G 穿刺针穿刺到肝脏预定位置, 进行 MR 扫描, 必要时根据 MR 图像适当调整穿刺部位、方向、深度。

扫描方法: 穿刺前行三平面定位, 行常规冠状面、横轴面 SE 序列 T_1WI TR 580 ms、TE 8 ms; 快速自旋回波序列(FSE), T_2WI TR 6000 ms、TE 82.5 ms; 层厚 4 mm, 层间距 1 mm, 矩阵 256×224 或 256×192 , 激励次数 2 次, 视野 $320 \text{ mm} \times 320 \text{ mm}$ 。确定好穿刺部位进行穿刺后, 再次行冠状面、轴面 SE T_1WI 、FSE T_2WI 扫描, 穿刺肝组织成功后, 以相同流率 2 ml/s 同时注射等量无水乙醇 4 ml, 注射等量无水乙醇后及注射后 2 h、6 h、12 h、24 h 行横轴面 SE T_1WI 、FSE T_2WI 扫描, 动态观察(注射后立即、2 h、6 h、12 h、24 h)穿刺部位肝组织坏死范围的大小, 肝组织穿刺部位坏死范围在 T_1WI 、 T_2WI 序列显示最清晰的最大图像层面测量, 结果为最大长径(cm) × 最大宽径(cm), 每组取平均值, 比较不同穿刺针穿刺同一动物不同部位肝组织坏死范围是否有显著性差异。

统计学处理: 将各组各穿刺针穿刺部位肝组织坏死范围分别进行统计学处理。所用软件为 SAS 8.1 统计软件, 计算各穿刺部位肝组织坏死范围的平均值及标准差, t 检验比较各实验组两种穿刺针的效果。

结 果

1. 实验材料

用高压注射器分别以 1 ml/s、2 ml/s、3 ml/s、4 ml/s 的流率经带侧孔穿刺针注射等量生理盐水, 以 2 ml/s 的流率注射时, 侧孔流量及流率为最佳(图 1a)。注射流率过大或过小时各侧孔流量及流率均小于注射流率为 2 ml/s 时侧孔的流量及流率(图 1b)。

2. 各组动物试验穿刺结果

第一组: 同时用 1 枚带侧孔穿刺针和 1 枚不带侧孔穿刺针穿刺组, 在 MR 导引下用各穿刺针穿刺同一动物不同部位(图 2a), 确定好穿刺部位后注射等量无水乙醇, 在注射后不同时间(注射后立即、2 h、6 h、12 h、24 h)肝组织坏死范围大小, 即最大长径(cm) × 最大宽径(cm) 平均值的比较见表 1, 带侧孔穿刺针穿刺部位肝组织坏死范围明显大于不带侧孔穿刺针穿刺部位肝组织坏死范围(图 2b), 其差异有显著性意义($P < 0.05$)。

表 1 带侧孔和不带侧孔穿刺针穿刺组肝组织坏死范围 (cm²)

时间	肝组织坏死范围($\bar{x} \pm s$)	
	带侧孔针	不带侧孔针
注射后立即	18.5 ± 2.8	10.7 ± 1.7
2h	19.0 ± 3.0	10.9 ± 2.1
6h	19.1 ± 2.7	11.3 ± 1.9
12h	20.3 ± 3.2	11.9 ± 2.6
24h	21.5 ± 2.9	12.2 ± 2.3

第二组: 同时用 2 枚带侧孔穿刺针穿刺组, 各穿刺针穿刺同一动物不同部位肝组织在注射无水乙醇后不同时间(注射后立即、2 h、6 h、12 h、24 h)肝组织坏死范围大小, 即最大长径(cm) × 最大宽径(cm) 平均值的比较见表 2, 2 枚带侧孔穿刺针穿刺部位肝组织坏死范围无明显差异, 两者间差异无显著性意义($P > 0.05$)。

表 2 2 枚带侧孔穿刺针穿刺组肝组织坏死范围 (cm²)

时间	肝组织坏死范围($\bar{x} \pm s$)	
	带侧孔针 1	带侧孔针 2
注射后立即	19.3 ± 1.9	22.3 ± 2.4
2h	19.5 ± 2.3	22.6 ± 1.9
6h	20.0 ± 3.1	23.5 ± 2.7
12h	21.6 ± 2.8	23.9 ± 3.6
24h	22.7 ± 2.6	24.1 ± 2.5

第三组: 同时用 2 枚不带侧孔穿刺针穿刺组, 各穿刺针穿刺同一动物不同部位肝组织在注射无水乙醇后不同时间(注射后立即、2 h、6 h、12 h、24 h)肝组织坏死范围大小, 即最大长径(cm) × 最大宽径(cm) 平均值的比较见表 3, 2 枚不带侧孔穿刺针穿刺部位肝组织坏死范围无明显差异(图 3), 两者间差异无显著性意义

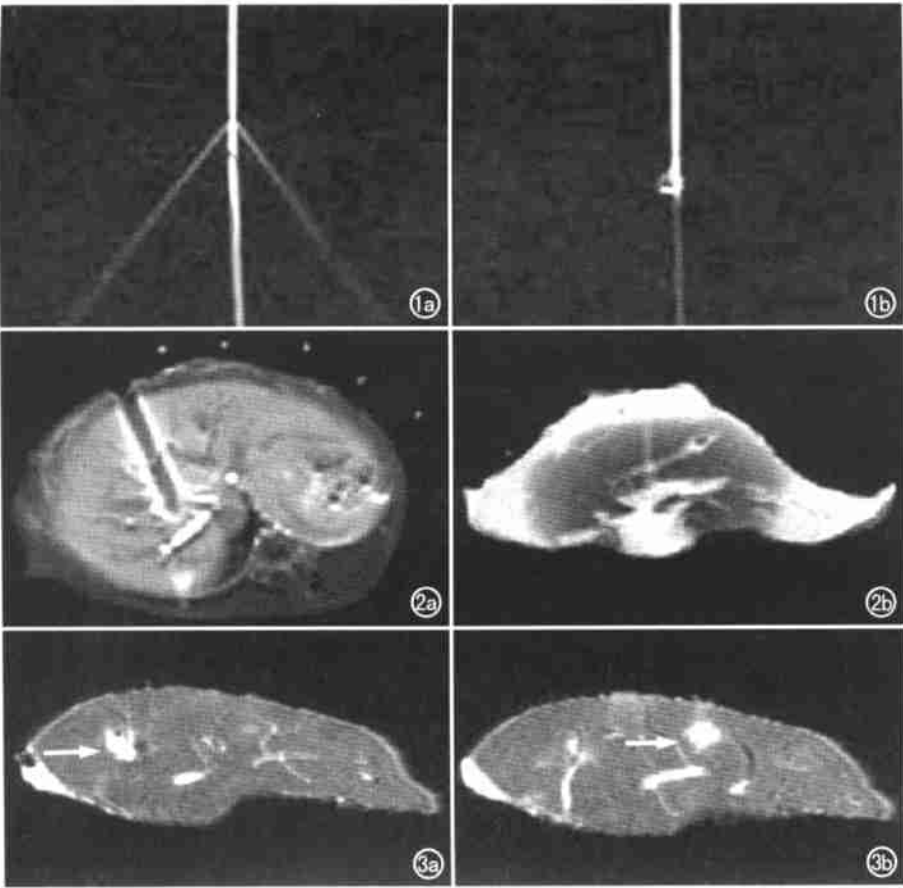


图 1 a) 高压注射器以 2ml/s 的流率经带侧孔穿刺针注射等量生理盐水时侧孔的流率; b) 高压注射器以 4ml/s 的流率注射时侧孔的流率。图 2 a) SET₁WI 序列, 经体表定位后(定位线为点状高信号), 用带侧孔穿刺针穿刺动物(兔)肝脏, 确定穿刺位置; b) 注射无水乙醇 24h 后, 切除动物肝脏标本, 观察注射部位肝组织坏死范围, 穿刺针侧孔区也可见片状坏死区。图 3 a、b) 用相同型号不带侧孔穿刺针穿刺同动物肝脏不同部位, 注射等量无水乙醇, 切除动物肝脏标本, FSE T₂WI 序列不同部位肝组织坏死范围的大小(箭)无明显差异。

($P > 0.05$)。

表 3 2 枚不带侧孔穿刺针穿刺组肝组织坏死范围 (cm²)

时间	肝组织坏死范围($\bar{x} \pm s$)	
	不带侧孔针 1	不带侧孔针 2
注射后立即	12.4±2.6	10.3±3.1
2h	12.7±1.7	10.8±2.9
6h	13.1±3.1	11.2±3.6
12h	13.7±2.7	12.4±1.7
24h	14.2±2.3	13.4±2.8

病理改变: 兔肝脏注射无水乙醇后 3 d 注射区为黄白色或淡黄色, 坏死表面及坏死区与正常区交界处见血管网或充血带。显微镜下见坏死区内肝细胞大部分凝固性坏死, 部分呈碎片状, 部分保留肝索形态。存活肝细胞表现为: ①完全近似正常的肝细胞岛; ②轻度变性肝细胞; ③重度变性或坏死早期肝细胞。坏死区

外周血管增生明显。

讨论

经皮穿刺乙醇注射消融(percutaneous ethanol injection, PEI) 是一种创伤性较小的侵袭性手术, 在超声、X 线、CT、MRI 引导下, 可将穿刺针经皮刺入病灶内部, 进行肝肿瘤的乙醇或乙酸消融术、肾上腺肿瘤乙醇注射治疗、胸腺乙醇消融治疗重症肌无力、转移性淋巴结乙醇消融治疗等^[1], 然而传统穿刺针在进行介入性穿刺时, 常常受到诸多因素如在注射时扩散范围较小等的限制从而影响介入性操作的效果。鉴于此, 本研究在已有介入性穿刺针的基础上, 设计制作出一种带侧孔介入性穿刺针, 其特点是可扩大注射时药物的扩散范围, 从而更有效地提高治疗效果。

1. 侧孔穿刺针的特点及评价
穿刺针侧孔的大小: 实验表明, 穿刺针侧孔不宜过大和过小, 过大在穿刺针回抽时容易引起软组织嵌顿, 造成软组织损伤, 过小会影响侧孔流率和流量, 本实验表明, 侧孔大小以与前端针孔同等大小为宜。

穿刺针侧孔距穿刺针前端的距离: 若侧孔距穿刺针前端较远, 则不适用于较小病灶的介入治疗; 若侧孔距穿刺针前端较近, 则将影响穿刺针的柔韧性, 在经多次高温消毒处理后穿刺时容易折断, 因此本实验所用穿刺针将各侧孔距穿刺针前端的距离控制在 0.5~1.0 cm 之内, 以便尽量能使穿刺针应用于较小病灶的介入性诊断和治疗。

穿刺针注射流率的选择: 经穿刺针注射时, 注射流率不宜过快和过慢。本实验显示: 注射流率过快过慢, 各侧孔流量及流率均较小, 注射流率以 2 ml/s 为宜。

2. 介入性磁共振穿刺定位、扫描技术
定位技术: 定位标记物由多根长约 5 cm 直径约 5 mm 两端封闭的充满碘油的塑料管组成, 因为碘油在 T₁WI 和 T₂WI 序列均为高信号, 易于识别。文献^[2]报道用 Gd-DTPA 作为定位标记物, 本实验试用了 Gd-DTPA、生理盐水、碘油等试剂作为标记物, 结果表明 Gd-

DTPA 呈短 T_1 短 T_2 信号, 在 T_1WI 序列易识别而不宜在 T_2WI 序列识别, 生理盐水呈长 T_1 长 T_2 信号, 在 T_2WI 易识别而不宜在 T_1WI 识别。碘油呈短 T_1 长 T_2 信号, 在 T_1WI 和 T_2WI 序列均易识别, 因此碘油应用于定位标记物较为合适。

介入性 MR 扫描技术: 影响穿刺针伪影的因素较多, 主要有: 穿刺针的规格、相对于主磁场 B_0 的方向、主磁场(B_0)的大小、回波时间、穿刺针方位与相位及频度编码轴的关系、频度编码方向、梯度振幅、接受器的带宽和视野、合金的组成等^[3]。文献^[3, 4]报道, 梯度回波(GE)序列产生的伪影要明显大于 SE 或 TSE 序列产生的伪影, FSE、SE 所产生的伪影直径彼此间差异无显著性意义。因此本实验介入性 MR 成像采用 SE T_1WI 和 FSE T_2WI 序列进行扫描, 介入性磁共振穿刺针伪影极小, 图像清晰。由于 MRI 具有极高的软组织分辨率, 综合 SE T_1WI 和 FSE T_2WI 序列能准确评价肝脏穿刺注射无水乙醇后肝组织坏死范围的大小。

3. 带侧孔介入性穿刺针安全性有效性的评价

本实验在行介入性磁共振穿刺过程中, 定位穿刺准确, 所得 MR 图像分辨率高, 动物在穿刺术后 24 h 扫描时无 1 例出现腹水、肝包膜下血肿、胆汁瘘、大量出血等并发症。因此实验证实带侧孔介入性穿刺针是安全可行的。

本实验三组动物试验结果表明, 带侧孔介入性磁共振穿刺针穿刺部位注射无水乙醇后肝组织坏死范围明显大于不带侧孔穿刺针, 其差异具有显著性意义($P < 0.05$)。肝组织坏死范围经病理证实, 大体标本为黄白色或淡黄色, 坏死表面及坏死区与正常区交界处

见血管网或充血带。显微镜下见坏死区内肝细胞大部凝固性坏死, 部分呈碎片状, 部分保留肝索形态。说明带侧孔介入性磁共振穿刺针是有效的而且优于不带侧孔介入性穿刺针。

总之, 本研究结果表明, 带侧孔介入性 MR 穿刺针是安全可行的, 而且经多侧孔注射乙酸或乙醇, 可避免经单一侧孔注射时因剂量过大、注射过快等而造成乙酸或乙醇破入腹腔引起腹膜炎等。带侧孔介入性穿刺针是有效的, 带侧孔介入性穿刺针与不带侧孔介入性穿刺针穿刺动物肝脏时, 穿刺部位坏死范围差异具有显著性意义。因此, 证实了带侧孔介入性穿刺针的安全性、可行性及有效性, 可广泛应用于临床。不仅可应用于介入性磁共振操作, 而且可应用于超声、X 线、CT 引导下的肝肿瘤乙醇或乙酸消融术、肾上腺肿瘤乙醇注射治疗、胸腺乙醇消融治疗重症肌无力、转移性淋巴结乙醇消融治疗、肝肾等部位囊肿注射乙醇硬化治疗等。

参考文献:

- [1] Lencioni RA, Allgaier HP, Cioni D, et al. Small hepatocellular carcinoma in cirrhosis: randomized comparison of radio-frequency thermal ablation versus percutaneous ethanol injection[J]. Radiology, 2003, 228(1): 235-240.
- [2] Lufkin R, Teresi L, Chiu L, et al. A technique for MR-guided needle placement[J]. AJR, 1988, 151(1): 193-196.
- [3] 刘于宝, 胡道予, 夏黎明, 等. 介入性磁共振器械的研究[J]. 放射学实践, 2003, 18(8): 611-613.
- [4] Wildermuth S, Dumoulin CL, Pammatter T, et al. MR-guided percutaneous angioplasty: assessment of tracking safety, catheter handling and functionality[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 1998, 21(2): 404-410.

(收稿日期: 2004-01-14)

• 外刊摘要 •

低放射剂量 CT 诊断输尿管结石的价值

Knoepfle E, Hamm M, Wartenberg S, et al

目的: 评价螺旋 CT 平扫在放射剂量与静脉尿路造影等同的条件下对输尿管结石的诊断价值。方法: 采用一种新的方案(120 kV, 70 mA, 旋转时间 0.75 s, 准值 5 mm, 螺距 2)依次对 209 例有肾绞痛临床症状的患者进行 CT 检查, 得出的诊断结果通过逆行尿路造影, 尿路内镜, 手术取石等方法验证。CT 检查的放射剂量用 Nagel 法计算。最终确诊输尿管结石患者占患者总数的 70%。结果: CT 在低放射剂量条件下对输尿管结石的诊断价值: 敏感度达到 97.3%, 特异度达到 96.8%, 阳性预测值

99.3%, 阴性预测值 92.4%。平均放射剂量在男性身上达到 0.97 msv, 女性达到 1.35 msv。结论: 这个新的 CT 检查方案对输尿管结石的诊断价值与现今沿用的方法没有区别, 但放射剂量至少减低 50%。因此, 这个新的方法应该作为标准方法被推荐使用。

华中科技大学同济医学院附属同济医院 张伶译 胡道予校

摘自 Radiology, 2004, 230(1): 207-213.