

为什么部分肝脏局灶病变在超顺磁氧化铁增强 T₁ WI 上呈现高信号

杨正汉, 陈敏, 赵伟峰, 王文超, 张晨, 尹晶晶, 周诚

【摘要】 目的:探讨肝脏病变在 SPIO 增强扫描 T₁ WI 上呈现高信号的机制。**方法:**肝脏局灶病变 39 例(56 个病灶), 其中 33 个恶性病灶(肝细胞癌 10 个、转移瘤 21 个、胆管细胞癌 2 个)和良性病灶 23 个(海绵状血管瘤 9 个, 肝囊肿 14 个)。平扫序列包括 SE T₁ WI、FSPGR T₁ WI 及 FSE T₂ WI。SPIO(菲立磁)增强扫描序列包括 FSE T₂ WI、SE T₁ WI(TE 值分别为 8 ms、20 ms)和 FSPGR T₁ WI(TE 值分别为 1.5 ms、4.2 ms)。分析不同序列图像上病灶及肝实质的信号变化。**结果:**在 SPIO 增强 T₁ WI 上,随着 TE 的延长,肝实质信号降低,肝内局灶病变信号相对增高。在 SPIO 增强长 TE T₁ WI 上,大部分恶性病灶及全部血管瘤呈相对高信号。**结论:**在 SPIO 增强 T₁ WI 上,SPIO 对肝实质的 T₂* 效应可能是部分局灶病变呈高信号的主要原因。

【关键词】 磁共振成像; 对比剂; 肝肿瘤

【中图分类号】 R445.2; R735.7 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2007)07-0723-05

Why Some Hepatic Focal Lesions Are Hyperintense on SPIO-enhanced T₁ WI YANG Zheng-han, CHEN Min, ZHAO Wei-feng, et al. Department of Radiology, Beijing Hospital, Beijing 100730, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the mechanism of hyperintensity of focal hepatic lesions on SPIO-enhanced T₁ WI. **Methods:** Of 39 patients with 56 focal liver lesions including 33 malignant tumors (10 hepatocellular carcinomas, 21 metastases, 2 cholangiocarcinomas) and 23 benign lesions (9 hemangiomas and 14 cysts) were analyzed. Images were obtained at a 1.5T MR scanner. The pre-contrast sequences included SE T₁ WI, FSPGR T₁ WI, and FSE T₂ WI. The SPIO enhanced sequences included FSE T₂ WI, SE T₁ WI with different TE (8ms, 20ms), and FSPGR T₁ WI with different TE (1.5ms, 4.2ms). The signal intensities of lesions and hepatic parenchyma in different sequences was analyzed. **Results:** On SPIO enhanced T₁ WI, followed the prolongation of TE, the signal intensity of the liver parenchyma decreased and the signal intensity of the lesions increased relatively. On post-contrast T₁ WI sequences with long TE, most of the malignant lesions and all hemangiomas showed hyperintensity. **Conclusion:** On SPIO enhanced T₁ WI sequence, T₂* effect of SPIO on hepatic parenchyma around the focal lesions might be the main cause of hyperintensity of some focal hepatic lesions.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Contrast medium; Liver neoplasm

超顺磁氧化铁(superparamagnetic iron oxygen, SPIO)属网状内皮细胞对比剂,能提高肝脏肿瘤的检出率,对肝脏病变的定性诊断也有帮助^[1-9]。SPIO 增强后一般采用 T₂ WI,近年来有文献报道在 SPIO 增强的 T₁ WI 上,部分肝脏局灶病变可呈现高信号,并认为是 SPIO 缩短了病灶的 T₁ 值所致^[9-13]。笔者的临床初步研究得出不同结论,现报道如下。

材料与方法

2000 年 8 月~2001 年 10 月我院进行肝脏 SPIO 增强的病例共 47 例。纳入本组病例的条件:①影像资料完整;②肝脏病灶得到证实;③同/反相位成像排除病灶内脂肪变性和脂肪肝。共有 39 例 56 个病灶入

选,男 24 例,女 15 例,年龄 19~73 岁(平均 57 岁)。其中肝细胞癌 7 例 10 个病灶,胆管细胞癌 2 例 2 个病灶,转移瘤 12 例 21 个病灶,血管瘤 8 例 9 个病灶,肝囊肿 9 例 14 个病灶。肝细胞癌 4 例经手术病理证实,3 例经穿刺活检证实;胆管细胞癌全部经手术证实;转移瘤的原发灶全部经病理证实;血管瘤和肝囊肿具有典型的影像学表现并经 6 个月以上随访没有变化。

所有检查均由 GE 1.5T Signa Horizon Echo-Speed MR 仪完成,选用四通道相控阵线圈采集信号。

在 SPIO 增强扫描前 1 周内,所有病例先行常规 MRI 及动态增强扫描,扫描参数如下。① SE T₁ WI: TR 400 ms, TE 14 ms,视野 300 mm×380 mm,层厚 5 mm,层间距 1.5 mm;②呼吸触发 FSE T₂ WI: TR 3100~5800 ms, TE 72 ms,回波链长度 8,其他参数同 SE T₁ WI;③快速扰相梯度回波(fast spoiled gradient-

作者单位:卫生部北京医院,北京大学第五临床学院放射科

作者简介:杨正汉(1968-),男,浙江江山人,博士研究生,副主任医师,主要从事腹部影像学诊断工作。

recalled echo, FSPGR) 序列 T_1 WI: TR 180 ms, TE 1.8 ms 和 4.2 ms, 层厚 6~8 mm, 层间距 2 mm。动态增强扫描序列为 FSPGR T_1 WI, 对比剂为 Gd-DTPA, 剂量 0.1 mmol/kg, 流率 3 ml/s, 在注药开始后 15、60 和 180 s 分别获得动脉期、门静脉期和平衡期图像, 并根据需要进行延时扫描。

使用菲立磁(Feridex), 剂量 0.05 ml/kg, 稀释到 250 ml 5% 的葡萄糖注射液中, 静脉滴注, 在 25~35 min 滴完。在滴完后 1.5~2.0 h 进行扫描, 扫描序列: ① FSE T_2 WI; ② SE T_1 WI; TR 400 ms, TE 8 ms 和 20 ms; ③ FSPGR T_1 WI: TR 180 ms, TE 1.5 ms 和 4.2 ms。

常规 MRI 及 SPIO 增强 T_2 WI 不纳入本研究, 笔者仅对 SPIO 增强前后不同 TE 的 T_1 WI 进行评价。由 3 名主治医师以上的放射医师分别进行盲法读片, 阅片者仅知道研究目的, 但不知每个病例任何临床资料。要求阅片者对肝脏局灶病变在 SPIO 增强前后不同 TE 值 T_1 WI 上的信号变化作出评价; 以肝实质信号作参照, 病灶的相对信号被分为低信号、等信号、高信号。为了解 SPIO 增强前后肝实质的信号变化, 选择受 SPIO 影响很小的腹壁或背部肌肉作为参照, 要求阅片者判断在不同 TE 值 T_1 WI 上与肌肉相比肝实质的信号变化。

结 果

1. 肝脏病变在 SPIO 增强前后的信号变化

肝脏各种病变在增强前后及不同 TE 值 T_1 WI 时的信号变化见表 1。

大部分恶性病灶在平扫 SE T_1 WI 和 FSPGR T_1 WI 上呈略低或等信号; 在 SPIO 增强短 TE 的 SE 和 FSPGR T_1 WI 上, 大部分病灶仍为等信号或略低信号; 而在相应的长 TE T_1 WI 上, 大部分病灶呈现相对高信号(图 1、2)。

所有血管瘤在平扫 SE T_1 WI 和 FSPGR T_1 WI 上均为低信号; 在 SPIO 增强的短 TE 的 SE T_1 WI 上, 大

部分病灶成为等信号; 当 TE 延长到 20 ms 时, 所有病灶呈现高信号。在 SPIO 增强的短 TE 的 FSPGR T_1 WI 上, 所有病灶仍为低信号, 当 TE 延长到 4.2 ms, 全部病灶呈高信号(图 3)。

所有的肝囊肿在平扫 T_1 WI 和 SPIO 增强后短 TE 的 T_1 WI 上均呈现低信号; 在 SPIO 增强后长 TE 的 T_1 WI 上, 肝实质信号明显降低, 多数病灶仅表现为相对略低信号, 少数病灶甚至表现为等信号(图 4)。

2. 肝实质的信号变化

在平扫 T_1 WI 上, 肝实质均表现为相对略高或等信号。在 SPIO 增强短 TE SE T_1 WI 上, 与肌肉相比, 33 例肝实质保持略高或等信号, 5 例肝实质呈现略低信号; 当 TE 延长到 20 ms, 所有病例的肝实质相对肌肉呈现不同程度的低信号。在 SPIO 增强的短 TE 的 FSPGR T_1 WI 上, 所有病例的肝实质保持略高或等信号, 当 TE 延长到 4.2 ms, 所有病例的肝实质信号低于肌肉(图 1~4)。

讨 论

1. Feridex 的作用机制和临床应用

Feridex 是直径 30~100 nm 的超顺磁氧化铁颗粒, 进入血液后由网状内皮系统吞噬并清除, 枯否氏细胞是肝脏特有的网状内皮细胞, SPIO 被枯否细胞吞噬后产生很强的短 T_2 效应, 在 T_2 WI 或 T_2^* WI 上肝组织信号明显降低; 肝脏肿瘤特别是转移瘤内不含枯否细胞, 信号强度没有明显衰减, 病灶与肝组织对比增大, 病灶检出率提高^[3-5]。

SPIO 还有助于鉴别诊断, 如肝局灶性结节增生摄取 SPIO 几乎与正常肝组织相近; 转移瘤以及多数肝细胞癌不摄取 SPIO, 而肝腺瘤和分化良好的肝细胞癌可部分摄取 SPIO^[1-9]。

2. SPIO 增强后 T_1 WI

一些作者^[9-13]对 SPIO 增强后 T_1 WI 进行了研究, 发现部分病灶可呈现高信号, 并强调不同的病灶具有不同的特点, 认为 SPIO 增强 T_1 WI 有助于肝脏病变

表 1 肝脏局灶病变在 SPIO 增强前后 T_1 WI 上的信号变化

病变	SE T_1 WI									FSPGR T_1 WI								
	平扫			TE 8 ms 增强			TE 20 ms 增强			平扫			TE 1.5 ms 增强			TE 4.2 ms 增强		
	高	等	低	高	等	低	高	等	低	高	等	低	高	等	低	高	等	低
原发性肝癌(n=12)	1	4	7	1	5	6	8	3	1	2	2	8	2	6	4	9	3	0
转移瘤(n=21)	0	6	15	0	12	9	16	4	1	0	4	17	0	13	8	18	3	0
血管瘤(n=9)	0	0	9	0	7	2	9	0	0	0	0	9	0	0	9	9	0	0
肝囊肿(n=14)	0	0	14	0	0	14	0	5	9	0	0	14	0	0	14	0	3	11

注: 原发性肝癌包括肝细胞癌和胆管细胞癌; 病灶的信号高、低是与肝实质相比的相对信号。

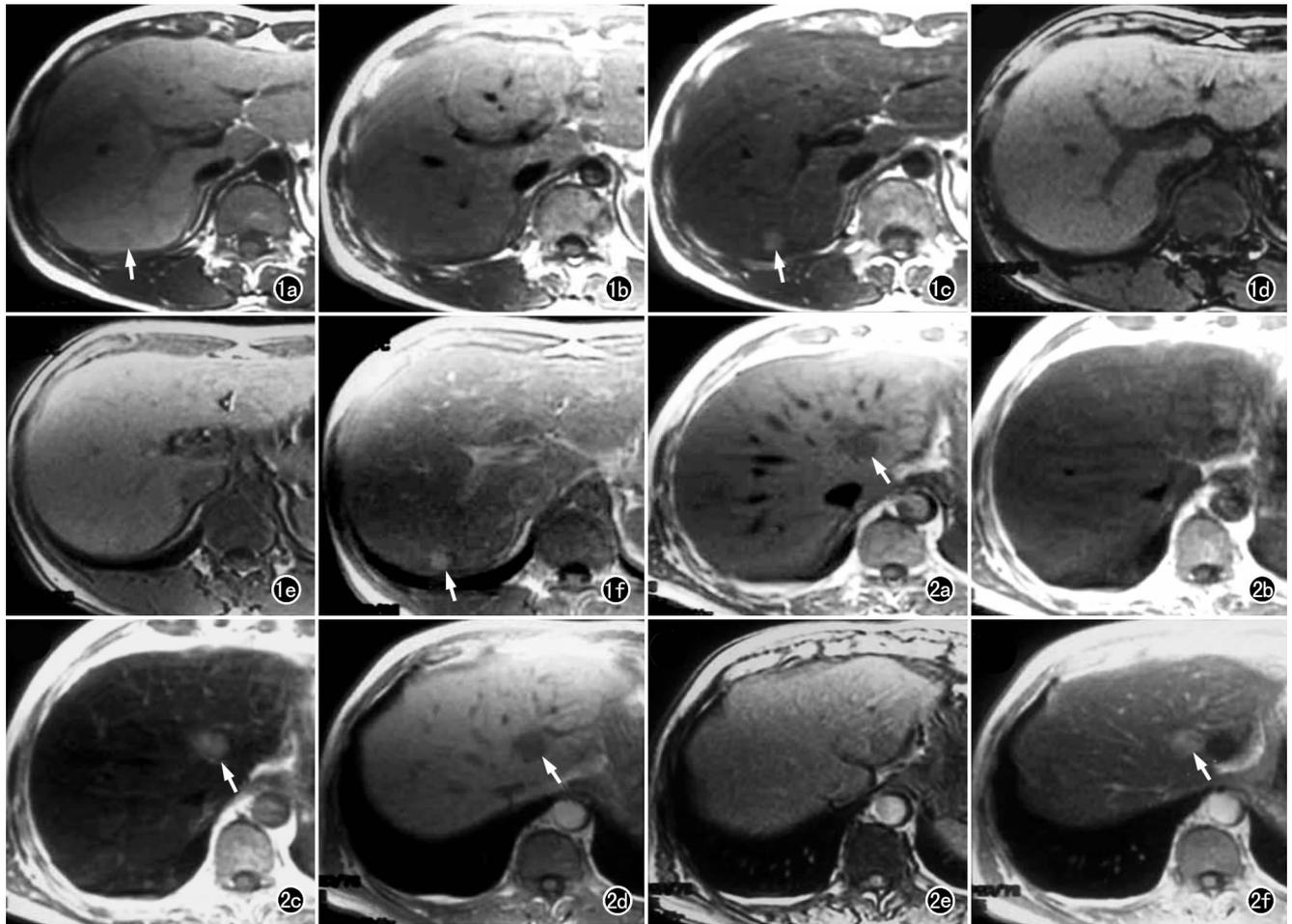


图1 肝脏Ⅵ段小肝癌(白箭)。a) 平扫 SE T_1 WI 示病灶呈现略低信号(箭); b) SPIO 增强 SE T_1 WI (TE 8 ms) 示肝实质信号有所降低, 病灶呈现等信号; c) SPIO 增强 SE T_1 WI (TE 20 ms) 示肝实质信号进一步降低, 低于肌肉信号, 病灶呈现相对高信号; d) 平扫 FSPGR T_1 WI 示病灶呈现等信号; e) SPIO 增强 FSPGR T_1 WI (TE 1.5 ms) 示肝实质信号轻微降低, 病灶仍呈现等信号; f) SPIO 增强 FSPGR T_1 WI (TE 4.2 ms) 示肝实质信号明显降低, 病灶呈现相对高信号。图2 肝脏Ⅱ段转移瘤(白箭)。a) 平扫 SE T_1 WI 示病灶呈略低信号; b) SPIO 增强 SE T_1 WI (TE 8 ms) 示肝实质信号有所降低, 病灶呈现等信号; c) SPIO 增强 SE T_1 WI (TE 20 ms) 示肝实质信号进一步降低, 低于肌肉信号, 病灶呈相对高信号; d) 平扫 FSPGR T_1 WI 示病灶呈现略低信号; e) SPIO 增强 FSPGR T_1 WI (TE 1.5 ms) 示肝实质信号降低, 病灶呈现等信号; f) SPIO 增强 FSPGR T_1 WI (TE 4.2 ms) 示肝实质信号明显降低, 病灶呈现相对高信号。

的鉴别诊断。也有作者认为 SPIO 增强后的 T_1 WI 鉴别肝脏病变有困难, 因为除肝囊肿外, 几乎所有肝脏病变在 SPIO 增强 T_1 WI 上均可呈现高信号。

部分肝局灶病变在 SPIO 增强 T_1 WI 上呈现高信号, 其机制尚不明了。多数作者^[9-13]认为是非立磁直接缩短了病灶的 T_1 值所致。

本组研究结果显示, 在 SPIO 增强 T_1 WI 上, 无论 SE 还是 FSPGR 序列, 当选择最短 TE 时, 绝大多数肝脏病变仍呈现低信号或等信号, 而当 TE 延长, 全部血管瘤和多数恶性肿瘤呈现相对高信号。这说明病灶呈现高信号的主要原因并非是病灶被强化, 因为如果是病灶强化, 则在 TE 较短的 T_1 WI 上病灶也应呈现高

信号。

在 T_1 WI 上影响组织信号的主要因素是 T_1 值, 但质子密度和 T_2 值也将影响组织的信号强度。被枯否细胞摄取的 SPIO 微粒主要具有 T_2^* 效应, 随 TE 延长 T_2^* 效应更为明显。局灶病变周围肝组织的枯否细胞能摄取 SPIO, 在 TE 很短的 T_1 WI 上, SPIO 的 T_2^* 效应相对较弱, 肝组织的信号衰减不明显, 大部分病灶仍为相对低信号或等信号; 随着 TE 的延长, SPIO 的 T_2^* 效应逐渐增强, 肝组织信号衰减, 而病灶呈现相对高信号。由此笔者认为, 在不同 TE 的 T_1 WI 上病灶信号没有明显改变, 而是肝实质的信号随 TE 延长而逐渐衰减, 从而造成病灶呈现相对高信号。

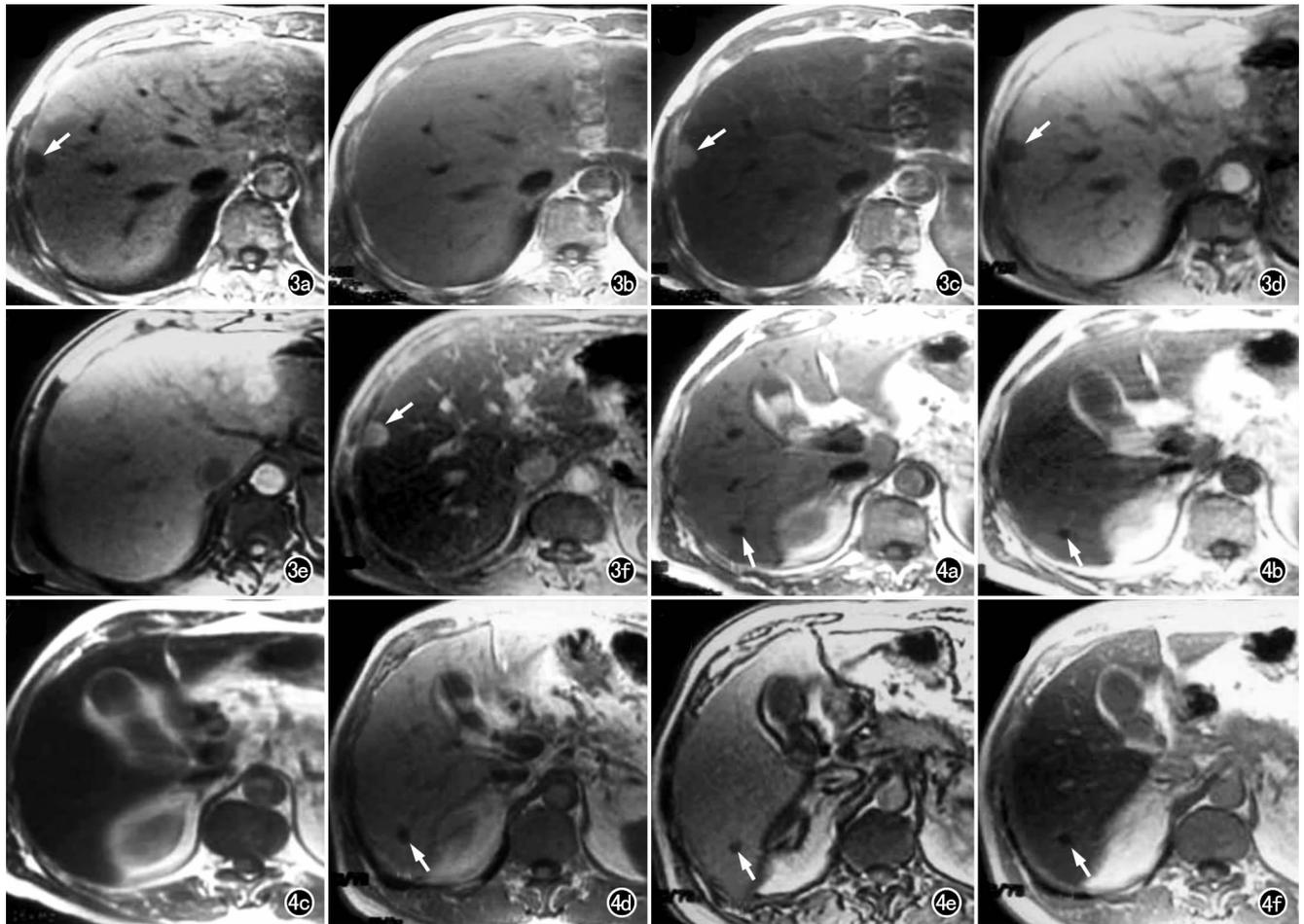


图 3 肝脏Ⅷ段海绵状血管瘤(箭)。a) 平扫 SE T₁ WI 示病灶呈低信号; b) SPIO 增强 SE T₁ WI (TE 8 ms) 示肝实质信号降低, 病灶呈等信号; c) SPIO 增强 SE T₁ WI (TE 20 ms) 示肝实质信号明显降低, 低于肌肉信号, 病灶呈现相对高信号; d) 平扫 FSPGR T₁ WI 示病灶呈低信号; e) SPIO 增强 FSPGR T₁ WI (TE 1.5 ms) 示肝实质信号降低, 病灶呈等信号; f) SPIO 增强 FSPGR T₁ WI (TE 4.2 ms) 示肝实质信号明显降低, 病灶呈相对高信号。图 4 肝脏Ⅵ段小囊肿(箭)。a) 平扫 SE T₁ WI 示病灶呈低信号; b) SPIO 增强 SE T₁ WI (TE 8 ms) 示肝实质信号有所降低, 病灶仍呈等信号; c) SPIO 增强 SE T₁ WI (TE 20 ms) 示肝实质信号进一步降低, 低于肌肉信号, 病灶呈等信号; d) 平扫 FSPGR T₁ WI 示病灶呈现低信号; e) SPIO 增强 FSPGR T₁ WI (TE 1.5 ms) 示肝实质信号轻微降低, 病灶呈低信号; f) SPIO 增强 FSPGR T₁ WI (TE 4.2 ms) 示肝实质信号明显降低, 但病灶仍呈相对低信号。

支持这一观点的依据还有 SPIO 增强前后肝实质的信号变化。骨骼肌受 SPIO 影响极小, 本研究发现在平扫 T₁ WI 上, 所有病例的肝实质相对肌肉均表现为相对略高或等信号; 在 SPIO 增强短 TE 的 T₁ WI 上, 绝大多数病例的肝实质保持略高信号或等信号; 而在 SPIO 增强长 TE 的 T₁ WI, 所有病例的肝实质相对肌肉呈现不同程度的低信号。本组 14 个肝囊肿在平扫 T₁ WI 及 SPIO 增强后短 TE 的 T₁ WI 上均表现为明显低信号; 而在 SPIO 增强后长 TE 的 T₁ WI 上, 由于肝实质信号降低, 肝囊肿仅呈现略低信号, 少数病灶甚至呈现等信号。以上表现充分说明 SPIO 增强的 T₁ WI 特别是 TE 较长的 T₁ WI 上肝实质信号的确有

明显的衰减。

本研究通过对 SPIO 增强前后不同 TE 值的 T₁ WI 上病灶和肝实质信号变化的观察, 认为 SPIO 增强 T₁ WI 上部分肝脏局灶病变呈现高信号的主要原因可能是 SPIO 的 T₂* 效应造成肝脏实质的信号衰减。

参考文献:

- [1] Kim YK, Kwak HS, Kim CS, et al. Hepatocellular Carcinoma in Patients with Chronic Liver Disease: Comparison of SPIO-enhanced MR Imaging and 16-detector Row CT [J]. Radiology, 2006, 238(2): 531-541.
- [2] Montet X, Lazeyras F, Howarth N, et al. Specificity of SPIO Particles for Characterization of Liver Hemangiomas Using MRI [J]. Abdom Imaging, 2004, 29(1): 60-70.

- [3] Senetrrre E, Taourel P, Bouvier Y, et al. Detection of Hepatic Metastases; Ferumoxides-enhanced MR Imaging Versus Unenhanced MR Imaging and CT During Arterial Portography[J]. Radiology, 1996, 200(3):785-792.
- [4] Kanematsu M, Itoh K, Mitsuzaki K, et al. Malignant Hepatic Tumor Detection with Ferumoxides-enhanced MR Imaging with a 1.5T System; Comparison of Four Imaging Pulse Sequences[J]. J Magn Reson Imaging, 2001, 13(2):249-257.
- [5] Reimer P, Jahnke N, Fiebich M, et al. Hepatic Lesion Detection and Characterization; Value of Nonenhanced MR Imaging, Superparamagnetic Iron Oxide-enhanced MR Imaging, and Spiral CT-ROC Analysis[J]. Radiology, 2000, 217(1):152-158.
- [6] Kim MJ, Kim JH, Lim JS, et al. Detection and Characterization of Focal Hepatic Lesions; Mangafodipir vs. Superparamagnetic Iron Oxide-enhanced Magnetic Resonance Imaging[J]. J Magn Reson Imaging, 2004, 20(4):612-621.
- [7] Yoshikawa T, Mitchell DG, Hirota S, et al. Gradient- and Spin-echo T₂-weighted Imaging for SPIO-enhanced Detection and Characterization of Focal Liver Lesions[J]. J Magn Reson Imaging, 2006, 23(5):712-719.
- [8] Kim YK, Ko SW, Hwang SB, et al. Detection and Characterization of Liver Metastases; 16-slice Multidetector Computed Tomography Versus Superparamagnetic Iron Oxide-enhanced Magnetic Resonance Imaging[J]. Eur Radiol, 2006, 16(6):1337-1345.
- [9] Takahama K, Amano Y, Hayashi H, et al. Detection and Characterization of Focal Liver Lesions Using Superparamagnetic Iron Oxide-enhanced Magnetic Resonance Imaging; Comparison between Ferumoxides-enhanced T₁-weighted Imaging and Delayed-phase Gadolinium-enhanced T₁-weighted Imaging [J]. Abdom Imaging, 2003, 28(4):525-530.
- [10] Lutz AM, Willmann JK, Goepfert K, et al. Hepatocellular Carcinoma in Cirrhosis; Enhancement Patterns at Dynamic Gadolinium- and Superparamagnetic Iron Oxide-enhanced T₁-weighted MR Imaging[J]. Radiology, 2005, 237(3):520-528.
- [11] Tanimoto A, Wakabayashi G, Shinmoto H, et al. The Mechanism of Ring Enhancement in Hepatocellular Carcinoma on Superparamagnetic Iron Oxide-enhanced T₁-weighted Images; an Investigation into Peritumoral Kupffer Cells[J]. J Magn Reson Imaging, 2005, 21(2):230-236.
- [12] Oudkerk M, van den Heuvel AG, Wieloposki PA, et al. Hepatic Lesions; Detection with Ferumoxide-enhanced T₁-weighted MR Imaging[J]. Radiology, 1997, 203(2):449-456.
- [13] Kim JH, Kim MJ, Suh SH, et al. Characterization of Focal Hepatic Lesions with Ferumoxides-enhanced MR Imaging; Utility of T₁-weighted Spoiled Gradient Recalled Echo Images Using Different Echo Times[J]. J Magn Reson Imaging, 2002, 15(5):573-583.
- [14] Alger JR, Harreld JH, Chen S, et al. Time-to-echo Optimization for Spin Echo Magnetic Resonance Imaging of Liver Metastasis Using Superparamagnetic Iron Oxide Particles[J]. J Magn Reson Imaging, 2001, 14(5):586-594.

(收稿日期:2007-01-15 修回日期:2007-03-09)

· 外刊摘要 ·

矫形金属植入物 CT、MR 的最佳影像技术方案

Kenneth Buckwalter

常用骨科矫形金属植入物由钴、铬、铁、钛以及氧化锆等金属制成,以及金属支撑体外覆陶瓷或有机材料制成的复合植入物。不同金属之间密度差异较大,在 CT、MR 影像上均可产生不同程度的金属伪影,伪影由重到轻依次为钴、铬、铁、钛、氧化锆。

矫形金属植入物术后,需借助影像学方法来观察被植入体与周围的骨、关节及软组织的位置、融合以及有否感染等情况以判断疗效。

CT 是观察骨与金属植入物最好的影像学检查方法,它具有较高的空间分辨力,可清晰显示植入物的形态、结构,但对软组织的分辨力较低。在 CT 定位像上可根据影像密度来判断金属种类,例如:钛金属因密度低呈灰色;不锈钢则因密度高而呈白色。金属伪影主要在轴面图像上沿金属体的长轴在端点呈放射状分布。为减少伪影,应使扫描层面避开金属体长轴,减小扫描层面内的金属含量。

MRI 具有适度的空间分辨力和突出的软组织密度分辨力,可观察到植入体与人体组织的结合部及周围软组织的改变,但仅限于非铁磁或低铁磁性金属植入物(锆、钛)的检查。

作者推荐的适于金属植入物的 CT、MRI 最佳影像技术方案如下:

CT(适于较大金属植入物):140 kV,高 mAs,较小的螺距值(0.3),扫描层厚 1~2 mm,图像显示取薄层(1~2 mm)多平面重组,尽可能避开金属体长轴;MRI(适于非铁磁或低铁磁性金属植入物):快速自旋回波或翻转恢复脉冲序列,不采用脂肪抑制,取长回波链和短回波间时间,在频率方向取较大矩阵(320~512),扫描层厚薄,宽接收带宽和切换频率,取相位编码方向。

沈阳中国医科大学附属第一医院放射科

傅强译 李松柏校

摘自 AuntMinnie.com, May 4, 2007