

• 腹部影像学 •

钆塞酸二钠和钆喷酸葡胺肝脏多期动态增强呼吸伪影对比研究

叶枫, 吴宁, 欧阳汉, 张红梅, 宋颖, 余小多

【摘要】 目的:比较静脉注射钆塞酸二钠(Gd-EOB-DTPA)和钆喷酸葡胺(Gd-DTPA)的动脉期呼吸伪影,寻求减少 Gd-EOB-DTPA 动脉期呼吸伪影的可能方案。**方法:**搜集在 1 年内行 Gd-EOB-DTPA 和 Gd-DTPA 磁共振动态增强扫描的患者 75 例,由两位有经验的磁共振医师采用盲法对两种对比剂扫描方案的动脉期、门脉期及延迟期图像采用 5 分法评分,以 ≤ 3 分定义为中重度伪影。两种对比剂扫描方案的呼吸伪影比较采用 Wilcoxon 秩和检验和配对卡方检验。**结果:**Gd-EOB-DTPA 组发生动脉晚期呼吸伪影的比例明显高于 Gd-DTPA 组(分别为 49.3%和 6.7%, $Z=-5.058, P<0.001$),其中中重度伪影的比例亦明显高于 Gd-DTPA(分别为 33.33%和 2.67%, $\chi^2=21.04, P<0.001$);而 Gd-EOB-DTPA 组动脉早期出现呼吸伪影和中重度呼吸伪影的比例与 Gd-DTPA 组差异无统计学意义($Z=-1.513, P=0.130$; $\chi^2=0.25, P=0.625$)。**结论:**静脉注射 Gd-EOB-DTPA 较 Gd-DTPA 更易引起动脉期伪影,减少单期屏气时间和采用动脉期监测技术可能提高 Gd-EOB-DTPA 动脉期采集的图像质量。

【关键词】 磁共振成像; 钆塞酸二钠; 钆喷酸葡胺; 呼吸伪影

【中图分类号】 R575; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2015)01-0045-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.01.013

A comparative study of respiratory motion artifacts caused by intravenous administration of Gd-EOB-DTPA and Gd-DTPA in dynamic contrast enhanced MR imaging of the liver YE Feng, WU Ning, OUYANG Han, et al. Department of Diagnostic Radiology, Peking Union Medical College, Cancer Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100021, P. R. China

【Abstract】 Objective: To compare the levels of respiratory motion artifacts related to the intravenous administration of Gd-EOB-DTPA with that of Gd-DTPA during MR multi-phase scan, and to seek a feasible solution to decrease respiratory artifacts on arterial phase after administration of Gd-EOB-DTPA. **Methods:** 75 patients underwent MR dynamic examinations with Gd-DTPA and Gd-EOB-DTPA administration were collected and studied retrospectively in the last one year period. Respiratory motion artifacts on dynamic scan (i. e., arterial, portal, or late phase) were blindly rated by two experienced radiologists using a five-point scale, in which 3 points or less indicate moderate to severe artifacts. Statistical analysis of the rated results was performed by using Wilcoxon test or χ^2 test. **Results:** Significantly higher ratio of respiratory motion artifacts (49.3% versus 6.7%, $Z=-5.058, P<0.001$) and a higher ratio of moderate to severe artifacts (33.33% vs 2.67%, $\chi^2=21.04, P<0.001$) were observed on late arterial phase after Gd-EOB-DTPA administration, in comparison to those of Gd-DTPA. However, respiratory artifacts were not observed on early arterial phase ($Z=-1.513, P=0.130$ and $\chi^2=0.25, P=0.625$) between these two contrast media. **Conclusions:** Intravenous administration of Gd-EOB-DTPA causes more arterial phase artifacts than that caused by Gd-DTPA. Image quality on arterial phase can be improved by reducing breath hold time of each scan and by use of arterial monitoring.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Gd-EOB-DTPA; Gd-DTPA; Respiratory motion artifact

钆塞酸二钠(Gd-EOB-DTPA)作为一种新型肝胆特异性对比剂,既具有常规对比剂钆喷酸葡胺(Gd-DTPA)的特点,又有被肝细胞特异性摄取进行肝胆期成像的特性,已被广泛应用于肝脏病变的诊断^[1-11]。近年来,有文献报道注射 Gd-EOB-DTPA 后引起急性短暂性呼吸困难,影响肝脏动脉期图像的采集^[12]。在临床工作中,我们也发现一部分患者肝脏动脉期图像有明显的呼吸伪影,导致病变在肝脏动脉期显示不清晰,从而影响病变的诊断。本研究将 Gd-DTPA 和

Gd-EOB-DTPA 的 MRI 增强扫描方案相对固定化,筛选在同一年内行两种对比剂增强扫描的患者,分别对两种对比剂扫描方案的伪影状况进行评分,比较两种对比剂扫描方案各对应期别的呼吸伪影,旨在寻求减少 Gd-EOB-DTPA 动脉期呼吸伪影的扫描方案。

材料与方法

1. 病例资料

2011 年 9 月—2013 年 11 月共有 312 例患者行 Gd-EOB-DTPA MRI 检查,筛选其中 1 年内在同一设备进行 Gd-DTPA 和 Gd-EOB-DTPA 两种固定扫描方案的患者 75 例,其中男 55 例,女 20 例,年龄 21~79

作者单位: 100021 北京,北京协和医学院中国医学科学院肿瘤医院影像诊断科

作者简介: 叶枫(1981—),男,浙江人,博士研究生,主治医师,主要从事腹部 MRI 研究工作。

通讯作者: 吴宁, E-mail: cjr. wuning@vip.163.com

岁,平均 54 岁。32 例先行 Gd-DTPA MRI 检查,其余 43 例先行 Gd-EOB-DTPA MRI 检查。

2. 扫描方法

MRI 检查采用 GE 3.0T MR 扫描仪(Signa HDx 3.0T),利用 8 通道体部相控阵线圈。扫描前对患者进行呼吸训练。Gd-DTPA 组行 T₁WI 双回波、T₂WI/FS、DWI 及轴面 3D 肝脏容积加速采集成像(liver acquisition with volume acceleration-extended volume, LAVA-XV)多期动态增强扫描;Gd-EOB-DTPA 组先行 T₁WI 双回波扫描,再行轴面 3D LAVA-XV 多期动态增强扫描,而后在 3、10、15、20、25 min 时间点重复轴面 LAVA-XV 扫描,其余平扫序列如 T₂WI/FS、DWI 在上述时间点的等候间隙内进行采集。两种对比剂扫描方案 T₁WI 双回波序列屏气时间为 18~21 s,多期动态增强扫描共采集 6 期,屏气一次扫描 2 期,屏气持续时间为 18~21 s,且保证增强扫描每次屏气时间不多于 T₁WI 双回波序列屏气时间。两种对比剂多期动态增强固定扫描方案具体扫描参数见表 1,整个扫描过程均由经过严格培训的技师或医师按照方案完成扫描。

表 1 两种扫描方案具体扫描参数

参数	Gd-EOB-DTPA	Gd-DTPA
增强序列名称	LAVA-XV	LAVA-XV
期别	6 期	6 期
屏气方案	2 期一屏气, 屏气时间 18~21s	2 期一屏气, 屏气时间 18~21s
延迟扫描时间(s)		
动脉期	25*	20
门脉期	65	65
延迟期	120	120
药物注射方案	剂量 10 mL, 注射速率 1 mL/s, 20 mL 生理盐水冲洗	剂量 0.1 mmol/kg, 注射速率 2 mL/s, 20 mL 生理盐水冲洗
视野(cm)	35×35~42×42	35×35~42×42
层厚(mm)	4.0~4.8	4.0~4.8
矩阵	288×192	288×192
翻转角(°)	15	15
TR(ms)	3.7	3.7
TE(ms)	1.1	1.1
采集带宽(kHz)	125	125

注:* Gd-EOB-DTPA 注射流率为 1 mL/s,慢于 Gd-DTPA 注射流率(2 mL/s),故动脉期扫描时间延长至 25 s。

3. 图像质量评估

为保证盲法评估的客观性,由一位医师将 75 例的 T₁WI 双回波序列、多期动态增强序列图像上传至工作站,再由另外两位有 5 年以上 MRI 工作经验的医师对图像进行评价,取得一致意见后给予最后评分。根据呼吸伪影的严重程度将图像分为 5 个等级^[13]:1 分,严重呼吸伪影,图像无法用于诊断;2 分,重度呼吸伪影,伪影明显,但图像尚可以用于诊断;3 分,中度呼吸伪影,对诊断有一定影响;4 分,轻度呼吸伪影,基本不影响诊断;5 分,无呼吸伪影。评分≤3 分的图像呼吸

伪影影响疾病的诊断,定义为中重度呼吸伪影;评分>3 分的图像呼吸伪影不影响疾病的诊断,定义为轻度/无呼吸伪影。

4. 统计学处理

采用 SPSS 17.0 软件包进行统计学分析,两种对比剂扫描方案各期伪影分值采用均数表示,两种对比剂扫描方案各对应扫描期别之间伪影比较采用非参数 Wilcoxon 秩和检验,两种对比剂动脉期中重度伪影之间的比较采用配对 McNemar 卡方检验,呼吸伪影的影响因素分析采用 Pearson 卡方检验和非参数 Mann-Whitney U 秩和检验。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两种对比剂扫描方案增强各期呼吸伪影分值比较

Gd-EOB-DTPA 组动脉晚期、门脉第 2 期、延迟第 2 期呼吸伪影分值均低于 Gd-DTPA 组,差异有统计学意义(Z 值分别为-5.058,-4.264,-3.625,P<0.001),其余各期呼吸伪影分值差异无统计学意义(P>0.05,表 2)。

表 2 Gd-EOB-DTPA 组与 Gd-DTPA 组各期呼吸伪影分值比较

组别	Gd-EOB-DTPA	Gd-DTPA	Z 值	P 值
A1	4.85	4.96	-1.513	0.130
A2	3.99	4.89	-5.058	0.000
P1	4.92	4.96	-0.632	0.527
P2	4.73	5.00	-4.264	0.000
D1	4.91	4.95	-1.000	0.317
D2	4.72	4.99	-3.625	0.000

注:A1、A2、P1、P2、D1、D2 分别代表动脉早期、动脉晚期、门脉第 1 期、门脉第 2 期、延迟第 1 期、延迟第 2 期。

2. 两种对比剂扫描方案动脉期呼吸伪影比较

75 例中,动脉早期 Gd-EOB-DTPA 组 7 例(9.3%)出现呼吸伪影,其中 3 例(4%)出现中重度呼吸伪影;Gd-DTPA 组 2 例(2.7%)出现呼吸伪影,其中 1 例(1.33%)出现中重度呼吸伪影,动脉早期 Gd-EOB-DTPA 组中重度呼吸伪影与 Gd-DTPA 组差异无统计学意义($\chi^2=0.25,P=0.625$,表 3)。动脉晚期 Gd-EOB-DTPA 组 37 例(49.3%)出现呼吸伪影,其中 25 例(33.33%)出现中重度呼吸伪影;Gd-DTPA 组 5 例(6.7%)出现呼吸伪影,其中 2 例(2.66%)出现中重度呼吸伪影(图 1)。动脉晚期 Gd-EOB-DTPA 组中重度呼吸伪影与 Gd-DTPA 组差异有统计学意义($\chi^2=21.04,P<0.001$,表 4)。

3. Gd-EOB-DTPA 动脉晚期中重度呼吸伪影的影响因素分析

按两种对比剂检查先后顺序进行分组,两组 Gd-EOB-DTPA 动脉晚期中重度呼吸伪影差异无统计学

表 3 Gd-EOB-DTPA 组与 Gd-DTPA 组动脉早期伪影比较 (例)

Gd-DTPA	Gd-EOB-DTPA		合计
	中重度伪影	轻度/无伪影	
中重度伪影	0	1	1
轻度/无伪影	3	71	74
合计	3	72	75

注： $\chi^2=0.25, P=0.625$, 差异无统计学意义。

表 4 Gd-EOB-DTPA 组与 Gd-DTPA 组动脉晚期伪影比较 (例)

Gd-DTPA	Gd-EOB-DTPA		合计
	中重度伪影	轻度或无伪影	
中重度伪影	2	0	2
轻度或无伪影	23	50	73
合计	25	50	75

注： $\chi^2=21.04, P<0.001$, 差异有统计学意义。

意义($\chi^2=1.744, P=0.187$); Gd-EOB-DTPA 组出现中重度呼吸伪影者年龄略大于轻度/无呼吸伪影者(分别为 57.9 岁和 52.2 岁)(图 2), 但差异无统计学意义($Z=-1.906, P=0.057$)。

讨 论

肝胆特异性对比剂 Gd-EOB-DTPA 与常规对比剂 Gd-DTPA 相比, 虽然其肝胆特异期提供了额外的诊断信息, 但是对于病变的定性价值仍然主要依靠动脉期、门脉期及延迟期的影像学表现, 尤其是在肝硬化患者中, “快进快出” 的肝癌影像诊断标准已成为国内外广泛认可的肝癌临床诊断标准^[14-16]。然而, 肝癌 MRI 增强扫描的关键点及难点在于能否准确捕捉肝脏的动脉晚期图像, 不同 MRI 设备厂家所使用的“Fluoroscopic triggering”技术、“Smart-Prep”技术和我们常用的“动脉双期”扫描技术的主要目的之一就在于准确捕捉肝脏动脉晚期图像, 因此, 保证 Gd-EOB-DTPA 增强扫描动脉晚期的图像质量对于提高 Gd-EOB-DTPA 在肝脏疾病诊断中的价值至关重要。

本研究是在 Gd-EOB-DTPA 临床使用过程中发现动脉期呼吸伪影问题后而进行的, 筛选时间为 1 年内是因为需要使用两种对比剂的患者, 对 MRI 扫描过程中出现的呼吸伪影进行自身前后配对比较。在研究期间, 笔者固定两种对比剂的扫描方案以保证扫描参数最大程度的一致性; 在检查前均

对患者进行规范的呼吸训练; 使用 T₁WI 双回波序列(屏气时间大于或等于增强扫描一次的屏气时间)确认患者屏气能力; 入组患者两种对比剂使用先后顺序基本均衡, 从而最大程度保证两种对比剂扫描方案各期呼吸伪影的可比性。

本组研究显示, 在两种对比剂扫描过程屏气时间一致或接近的情况下, Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 在动脉晚期、门脉第 2 期、延迟第 2 期呼吸伪影的分值低于 Gd-DTPA 增强 MRI, 说明患者在 Gd-EOB-DTPA 增强扫描时屏气能力低于 Gd-DTPA 增强扫描, 而对诊断至关重要的动脉晚期呼吸伪影分值明显减低(分别为 3.99 和 4.89), 呼吸伪影出现率高达 49.3%, 其中影响疾病诊断的中重度呼吸伪影出现率达到 33.3%。既往文献中, Haradome 等^[17]和 Davenport 等^[12]曾报道 Gd-EOB-DTPA 的动脉期伪影, 在同样的对比剂注射流率(1 mL/s)、相似的屏气时间(16 s、18~22 s)下, 动脉期伪影出现率分别为 18.5%(20/108)、17%(17/99), 本组研究结果明显不同于上述研究, 部分原因可能是伪影的评判标准不一样, 但是动脉晚期过多的呼吸伪影已经明显影响了 Gd-EOB-DTPA 的影像诊断效能, 由于本研究所采用的自身前后配对方法已经最

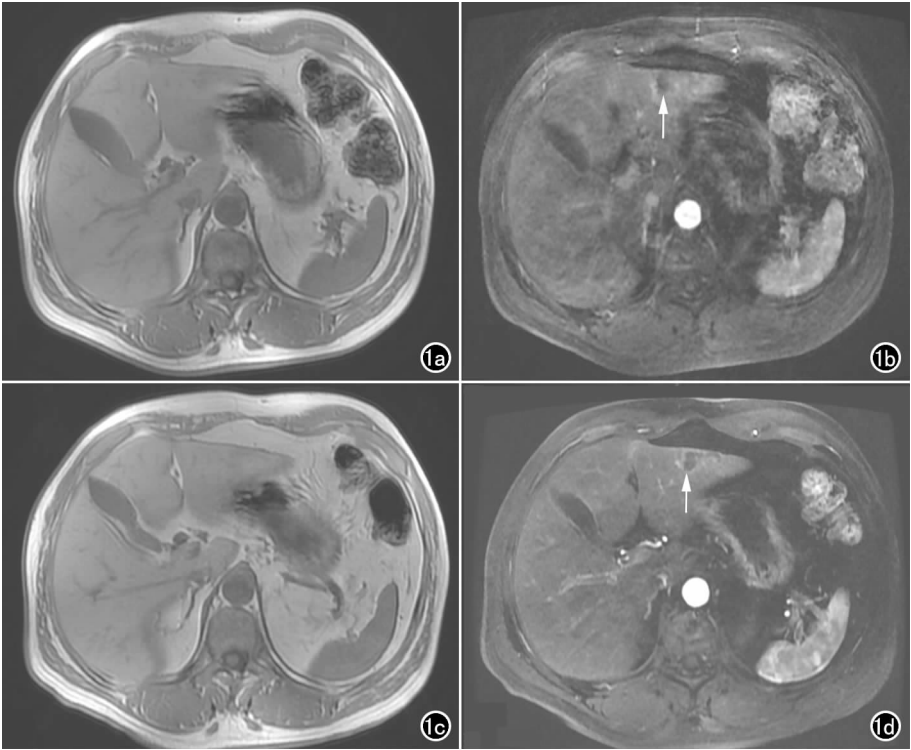


图 1 男, 57 岁, 直肠癌外院术后 6 年, 怀疑肝脏转移瘤分别行 Gd-EOB-DTPA 与 Gd-DTPA MRI 增强扫描。a) Gd-EOB-DTPA 注射前 T₁WI 双回波图像, 未见明显呼吸伪影; b) Gd-EOB-DTPA 注射后动脉晚期图像, 伪影评分为 2 分, 可见明显呼吸伪影, 肝脏左外叶转移瘤(箭)显示模糊; c) Gd-DTPA 注射前 T₁WI 双回波图像, 未见明显呼吸伪影; d) Gd-DTPA 注射后动脉晚期图像, 伪影评分为 5 分, 未见明显呼吸伪影, 肝左外叶转移瘤(箭)显示清晰。

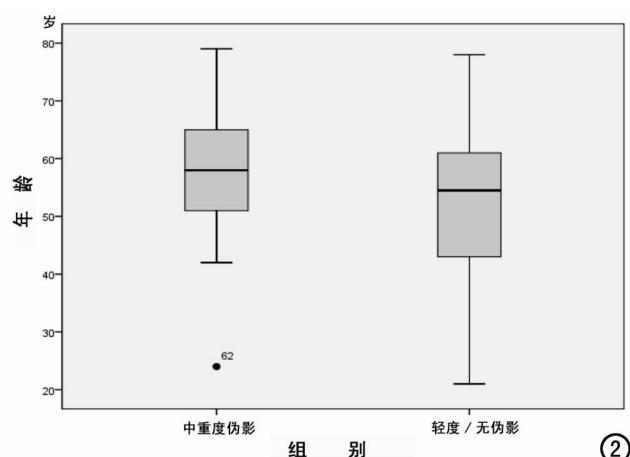


图 2 Gd-EOB-DTPA 动脉晚期中重度伪影组和轻度/无伪影组年龄分布箱式图,中重度伪影组年龄略高于轻度/无伪影组,但两者差异无统计学意义($Z=-1.906, P=0.057$)。

大程度地排除了患者自身的因素,因此,本组研究结果提示应在相关基础和临床应用方面给予关注,一方面寻找可能存在的与对比剂相关的药理学原因,另一方面需要寻找某种措施予以改善或解决。

本组研究同时发现 Gd-EOB-DTPA 动脉早期呼吸伪影出现率为 9.7%,虽然高于 Gd-DTPA 动脉早期和晚期呼吸伪影的出现率(分别为 2.7%和 6.7%),但其中出现中重度呼吸伪影的比例仅为 3.1%,明显低于 Gd-EOB-DTPA 动脉晚期(33.3%),由于动脉早期单期的屏气时间在 10 s 左右,因此,我们提出如下解决方案:采用单期扫描,屏气时间减半至 10 s 左右,采用动脉监测技术准确捕捉第 1 期为动脉晚期,将有可能明显减少动脉晚期的呼吸伪影。

尽管本组采用两种对比剂自身前后配对研究,但是部分患者使用两种对比剂的间隔偏长,患者的身体状况可能难以保持完全一致;此外,本研究的人组病例数有限,提出的可能解决方案尚需前瞻性研究验证,同时需要各医院影像科根据自己的实际情况决定采纳与否,也希望有更多的解决方案予以提出;同时对于 Gd-EOB-DTPA 引起呼吸伪影的机理,限于本研究所收集的资料有限,未给出合理的解释,需要进一步研究。

肝脏 Gd-EOB-DTPA 磁共振增强扫描动脉期呼吸伪影明显多于 Gd-DTPA,减少单期屏气时间和采用动脉期监测技术可能提高动脉期采集的图像质量。

参考文献:

- [1] Van Beers BE, Pastor CM, Hussain HK. Primovist, eovist: what to expect? [J]. J Hepatol, 2012, 57(2): 421-429.
- [2] Zech CJ, Herrmann KA, Reiser MF, et al. MR imaging in patients with suspected liver metastases: value of liver-specific contrast agent Gd-EOB-DTPA[J]. Magn Reson Med Sci, 2007, 6(1): 43-52.
- [3] Campos JT, Sirlin CB, Choi JY. Focal hepatic lesions in Gd-EOB-DTPA enhanced MRI: the atlas[J]. Insights Imaging, 2012, 3(5):

451-474.

- [4] Kudo M, Matsui O, Sakamoto M, et al. Role of gadolinium-ethoxybenzyl-diethylenetriamine pentaacetic acid-enhanced magnetic resonance imaging in the management of hepatocellular carcinoma: consensus at the symposium of the 48th annual meeting of the liver cancer study group of Japan[J]. Oncology, 2013, 84(Suppl 1): 21-27.
- [5] Nakamura Y, Tashiro H, Nambu J, et al. Detectability of hepatocellular carcinoma by gadoxetate disodium-enhanced hepatic MRI: tumor-by-tumor analysis in explant livers[J]. J Magn Reson Imaging, 2013, 37(3): 684-691.
- [6] Nakamura S, Nouse K, Kobayashi Y, et al. The diagnosis of hypovascular hepatic lesions showing hypo-intensity in the hepatobiliary phase of Gd-EOB-DTPA-enhanced MR imaging in high-risk patients for hepatocellular carcinoma[J]. Acta Med Okayama, 2013, 67(4): 239-244.
- [7] Hyodo T, Murakami T, Imai Y, et al. Hypovascular nodules in patients with chronic liver disease: risk factors for development of hypervascular hepatocellular carcinoma[J]. Radiology, 2013, 266(2): 480-490.
- [8] Choi JW, Lee JM, Kim SJ, et al. Hepatocellular carcinoma: imaging patterns on gadoxetic acid-enhanced MR images and their value as an imaging biomarker[J]. Radiology, 2013, 267(3): 776-786.
- [9] Bashir MR, Gupta RT, Davenport MS, et al. Hepatocellular carcinoma in a north American population: does hepatobiliary MR imaging with Gd-EOB-DTPA improve sensitivity and confidence for diagnosis? [J]. J Magn Reson Imaging, 2013, 37(2): 398-406.
- [10] Toyoda H, Kumada T, Tada T, et al. Non-hypervascular hypointense nodules detected by Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI are a risk factor for recurrence of HCC after hepatectomy[J]. J Hepatol, 2013, 58(6): 1174-1180.
- [11] Park YS, Lee CH, Kim BH, et al. Using Gd-EOB-DTPA-enhanced 3T MRI for the differentiation of infiltrative hepatocellular carcinoma and focal confluent fibrosis in liver cirrhosis[J]. Magn Reson Imaging, 2013, 31(7): 1137-1142.
- [12] Davenport MS, Viglianti BL, Al-Hawary MM, et al. Comparison of acute transient dyspnea after intravenous administration of gadoxetate disodium and gadobenate dimeglumine: effect on arterial phase image quality[J]. Radiology, 2013, 266(2): 452-461.
- [13] 王秋霞, 陈亮, 彭莉, 等. 3.0T MRI 肩关节 PROPELLER 技术与常规扫描技术的对比研究[J]. 华中科技大学学报(医学版), 2013, 42(4): 428-431.
- [14] Bruix J, Sherman M. Management of hepatocellular carcinoma [J]. Hepatology, 2005, 42(5): 1208-1236.
- [15] Bruix J, Sherman M. Management of hepatocellular carcinoma: an update[J]. Hepatology, 2011, 53(3): 1020-1022.
- [16] Willatt JM, Hussain HK, Adusumilli S, et al. MR imaging of hepatocellular carcinoma in the cirrhotic liver: challenges and controversies[J]. Radiology, 2008, 247(2): 311-330.
- [17] Haradome H, Grazioli L, Tsunoo M, et al. Can MR fluoroscopic triggering technique and slow rate injection provide appropriate arterial phase images with reducing artifacts on gadoxetic acid-DTPA (Gd-EOB-DTPA)-enhanced hepatic MR imaging? [J]. J Magn Reson Imaging, 2010, 32(2): 334-340.

(收稿日期: 2014-04-17 修回日期: 2014-08-28)