

•非血管介入 Non-vascular intervention•

肝脏肿瘤微波消融后 MRI 信号演变解读

贾振宇, 陈奇峰, 吴文涛, 刘 圣, 施海彬, 杨正强

【摘要】 目的 对肝脏恶性肿瘤微波消融(MWA)术后 MRI 信号随时间的演变进行解读。**方法** 56 例患者共 56 个肝肿瘤病灶,在 MWA 术后第 2 天、1 个月、6 个月行上腹部 MRI 平扫及增强扫描。观察不同时间点消融区 T1WI、T2WI、DWI 及增强扫描的信号变化,并判断是否存在肿瘤复发。**结果** MWA 后 2 d,消融区在 T1WI、T2WI 序列表现为靶样结构,T1WI 表现为中央高信号的消融坏死区与周围环绕的低信号带,T2WI 表现为低信号的消融坏死区及周围环绕的高信号带;术后 1 个月及 6 个月消融区体积萎缩,T1WI 及 T2WI 仍可见靶样结构,T1WI 显示消融坏死区信号升高。增强扫描显示 MWA 后 2 d,消融区周围存在异常高灌注,术后 2 d、1 个月及 6 个月消融坏死区均无强化。DWI 序列显示消融后 2 d,消融区周围反应性信号增高,术后 1 个月及 6 个月信号逐渐降低。**结论** 肝脏肿瘤 MWA 术后消融区信号变化是随时间演变的过程,对消融区 MRI 信号的正确解读有助于疗效判断及方案制定。

【关键词】 微波;消融;肝脏;肿瘤;磁共振

中图分类号:R735.7 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2017)-04-0324-05

Interpretation for MRI signal evolution of hepatic tumors after microwave ablation JIA Zhenyu, CHEN Qifeng, WU Wentao, LIU Sheng, SHI Haibin, YANG Zhengqiang. Department of Interventional Radiology, First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu Province 210029, China
Corresponding author: YANG Zhengqiang, E-mail: ntdoctoryang@hotmail.com

【Abstract】 Objective To make an interpretation for the time-related evolving process of magnetic resonance imaging (MRI) signal of hepatic tumors after microwave ablation (MWA) treatment. **Methods** A total of 56 patients with malignant hepatic tumors (56 lesions in total) were enrolled in this study. Upper abdominal MRI plain scan and enhanced scan were performed in all patients at the second day, one month and 6 months after MWA treatment. The MRI signal features of ablation zones at different time points on T1WI, T2WI, DWI as well as on contrast-enhanced T1WI were documented, and the judgment of whether there was tumor recurrence was made. **Results** Two days after MWA, the ablation zone was manifested as target-like structure on T1WI and T2WI, which was characterized by central high signal ablation zone with low signal band around on T1WI and low signal ablation zone surrounded by high signal band on T2WI. One and 6 months after MWA, the volume of ablation area was atrophied, the target-like structure could still be observed on T1WI and T2WI, and the signal of ablation zone became intensified. Contrast-enhanced MRI revealed that abnormal high perfusion sign could be observed around the ablation zone, and on MRI scans performed at two days, one and 6 months after MWA, the ablation zone showed no enhancement. DWI indicated that two days after MWA the signal around the ablation zone was heightened, which decreased gradually in one and 6 months after MWA. **Conclusion** The signal of the ablation zone of hepatic tumor after MWA is evolving over time. Correct interpretation of MRI signal of ablation zone is helpful for the judgment of curative effect and for the making of therapeutic plan. (J Intervent Radiol, 2017, 26: 324-328)

【Key words】 microwave; ablation; liver; tumor; magnetic resonance imaging

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2017.04.010

作者单位: 210029 南京医科大学第一附属医院介入放射科

通信作者: 杨正强 E-mail: ntdoctoryang@hotmail.com

微波消融(MWA)是肝脏恶性肿瘤局部治疗一种最常用的手段。MWA 术后影像学复查可发现局部残留肿瘤或局部复发灶,从而及时给予补充治疗^[1-2]。MRI 有较高的软组织分辨率,并且随着组织成分的变化会随之发生信号的改变^[3]。MWA 术后消融区信号随时间演变正确解读,对于判断是否存在局部肿瘤的残留或复发显得尤为重要。本研究对 MWA 术后 2 d 至 6 个月的 MRI 信号演变进行动态随访观察,解读其特征及变化规律,为 MWA 治疗后影像评价积累经验,帮助临床疗效判断及方案制定。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 临床资料 回顾分析 2014 年 9 月至 2015 年 12 月在我院接受 CT 引导下经皮穿刺肝脏肿瘤 MWA 术患者,入组标准为术后第 2 天、术后 1 个月及术后 6 个月接受上腹部 MR 平扫及增强扫描。最终 56 例患者资料纳入分析,其中男 39 例、女 17 例,平均年龄 57.7 岁;共 56 个病灶,原发性肝癌 45 个,转移性肝癌 11 个,肿瘤直径(23.3±10.2) mm(8.2~51.2) mm。

1.1.2 主要设备及消融参数 16 排螺旋 CT(Emotion 16, 西门子, 德国);微波肿瘤治疗仪(ECO-100A1, 亿高, 南京);1.5-T MR 扫描仪(Signa Horizon, GE,

美国);14 G 水冷循环微波消融针(AI-11, 亿高, 南京)。

1.2 方法

1.2.1 术前准备 详细了解所有患者的病史并进行相关术前检查,确认患者符合 MWA 适应证。术前禁食禁饮 8 h。

1.2.2 CT 定位及穿刺 根据肝内病灶位置,患者以合适体位卧于 CT 检查床。术前 CT 扫描,定位消融靶灶,选择穿刺点和穿刺路径。患者呼气末屏气,消融针逐步穿刺进入,每次进针后 CT 扫描观察消融针是否在指定路径,必要时调整穿刺角度。

1.2.3 MWA 治疗 消融针穿刺病灶满意后,行全身麻醉,根据病灶体积设定消融功率和时间。MWA 结束后行针道消融。消融后即刻 CT 扫描排除早期并发症。

1.2.4 随访和观察指标 ①MR 随访分别于术后第 2 天、术后 1 个月和 6 个月接受上腹部 MR 平扫及增强扫描。MR 扫描方案见表 1。②观察指标记录 MWA 术后 2 d、1 和 6 个月消融区 T1WI、T2WI 及 DWI 的信号特点、信号强度及均匀度;增强扫描各期消融区的强化情况,根据门静脉期非增强区测定消融区大小;判断有无肿瘤残留与复发。

表 1 MR 扫描方案

MR 序列	平面	脂肪抑制	TR/ms	TE/ms	翻转角	层厚	层间距
T2WFRFSE	横断位	是	6000	85	90	6	6
DWI	横断位	是	6666	67.5	90	6	6
T1WI LAVA(平扫)	横断位/冠状位	是	3.81	1.81	15	4.8	2.4
T1WI LAVA dynamic (动脉期、门静脉期)	横断位	是	3.81	1.81	15	4.8	2.4
T1WI LAVA (延迟期)	横断位/冠状位	是	3.81	1.81	15	4.8	2.4

DWI, 弥散加权序列 (b 值, 50 600 s/mm²); FRFSE, 快速自旋回波序列; LAVA, 肝脏容积加速采集序列; TE, 回波时间; TR, 重复时间。
注:对比剂注射速率(马根维显, 0.1 ml/kg, 2 ml/s)。

1.3 统计学方法

计量资料均表示为均数±标准差。

2 结果

所有 56 例病例均成功完成病灶消融手术,无严重并发症发生。

2.1 MWA 后 MRI 信号演变

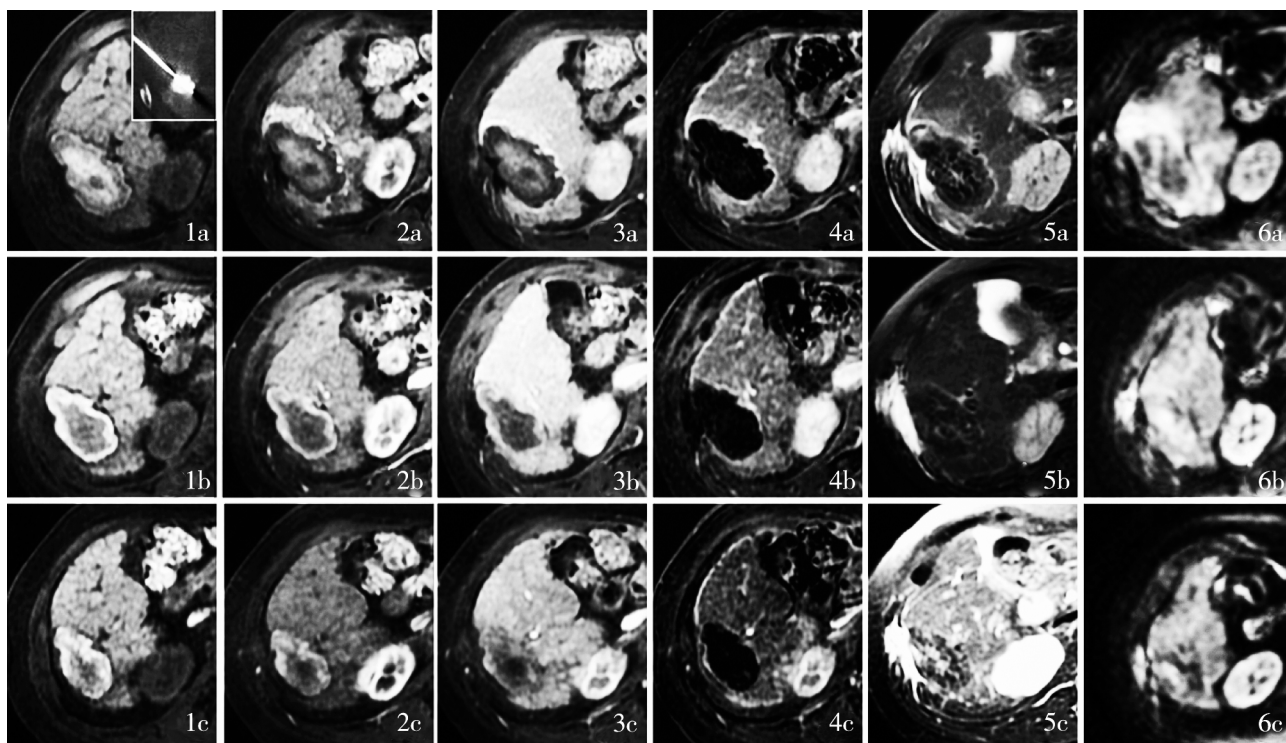
2.1.1 T1WI 平扫 MWA 术后 2 d, 典型消融区在 T1WI 平扫表现为中央高信号区及周围环绕低信号带的靶样改变(图 1, 1a, n=56);1 个月后中央高信号区的边缘部分信号逐渐增高,周围的低信号带存在(图 1, 1b);术后 6 个月与术后 1 个月信号演变大致相仿(图 1, 1c)。

2.1.2 T1WI 增强 MWA 术后 2 d, 动态增强动脉期与门静脉早期可见消融区周围肝实质存在异常灌注(图 1, 2a, n=46),而消融区(包括 T1 平扫的高信号区及周围环绕的低信号带)无明显强化(图 1, 2a~4a);术后 1 个月消融区周围异常灌注消失,门静脉期及延迟期消融区周围环绕的线样低信号带强化,从而使强化的肝实质与中央的高信号区信号融合,消融区边界不能分辨,而剪影处理后可发现中央高信号区并无强化(图 1, 2b~4b, n=47)。术后 6 个月与术后 1 个月信号演变大致相仿(图 1, 2c~4c)。

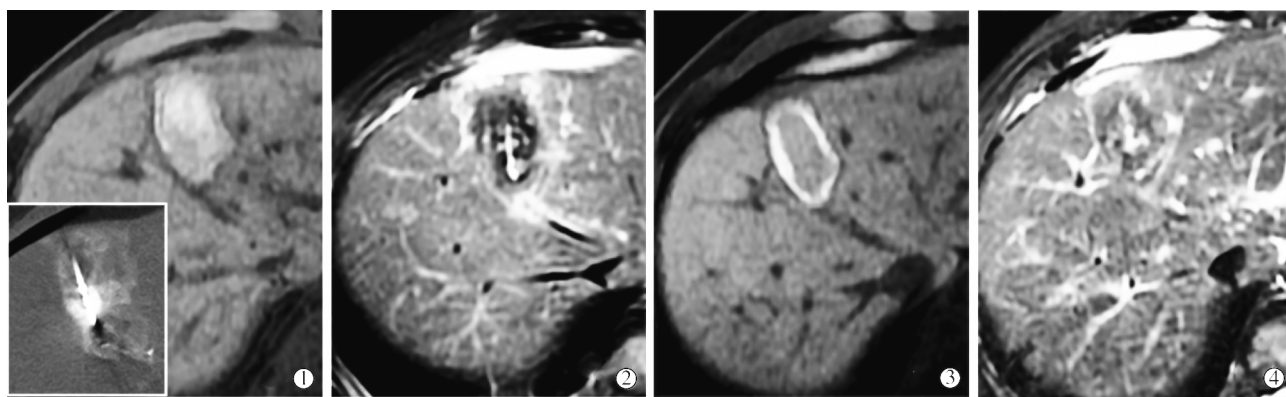
2.1.3 T2WI 序列 MWA 术后 2 d, 典型消融区表现为中央等低信号,周围高信号带(n=56),消融区

边界显示清晰(图 1,5a, $n=27$)或不清晰(图 2①②, $n=29$);术后 1 个月消融区呈等低信号,消融灶与肝实质分界清晰(图 1,5b, $n=12$)或不清晰(图 2③④, $n=44$);术后 6 个月与术后 1 个月信号演变大致相仿(图 1,5c)。

2.1.4 DWI MWA 术后 2 d,所有消融区内信号高低混杂,消融区周围肝实质可表现为不均质高信号(图 1,6a, $n=56$);术后 1 个月消融区信号不均质增高,消融区周围信号恢复正常肝实质信号(图 1,6b);术后 6 个月消融区信号进一步减低(图 1,6c)。



a,b,c 分别为 MWA 后 2 d,1 个月及 6 个月 MRI 复查;编号 1~6 分别为 T1WI 平扫、动脉期、门静脉期、剪影图(门静脉期-平扫)、T2WI 和 DWI 图
图 1 MWA 后消融区 MR 信号随时间演变



①②MWA 后 2 d,T1WI 显示消融区边界清晰,而 T2WI 显示消融区为低信号,边界模糊;③④MWA 术后 1 个月,T1WI 显示消融坏死区边缘信号升高,边界清晰,T2WI 显示消融区边缘模糊程度加重

图 2 MWA 后 T2WI 消融区边界模糊

2.2 MWA 后消融区体积的演变

术后 2 d,消融区长径为(51.6 ± 9.8) mm,短径为(36.3 ± 8.2) mm;术后 1 个月消融区长径为(43.5 ± 11.2) mm,短径为(30.1 ± 8.7) mm;术后 6 个月消融区长径为(38.4 ± 10.1) mm,短径为(28.5 ± 7.4) mm。(图 3)。

2.3 残留及复发肿瘤的 MR 评估

肿瘤灶 MR 表现为 T1WI 低信号、T2WI 高信号,与消融区的 T1WI 高信号、T2WI 低信号形成鲜明对比。在本组病例中,9 例患者 T1WI/T2WI 显示消融区未完全覆盖肿瘤,并最终证实肿瘤复发。在 T1WI/T2WI 怀疑肿瘤残留的 9 例病灶中,仅 1 例病

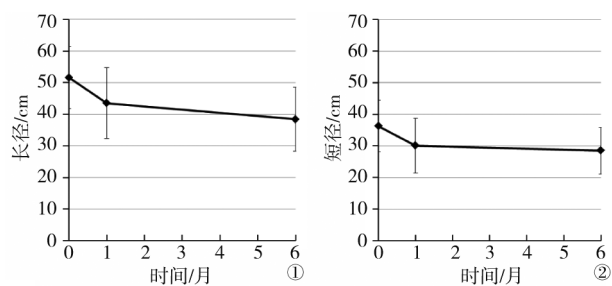
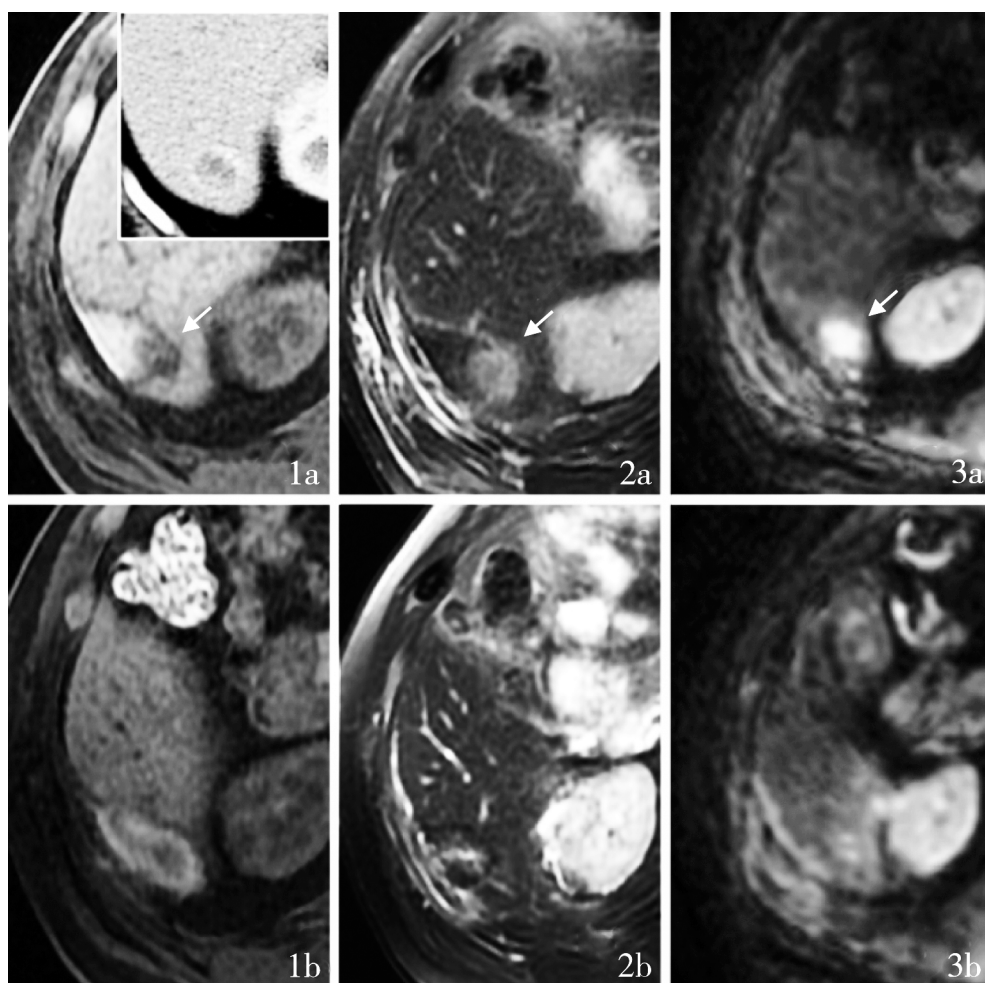


图 3 消融区体积随时间演变。①长径;②短径

灶可术后 2 d DWI 序列明确诊断肿瘤残留(图 4),其

余 8 例残留肿瘤不能从正常肝组织的反应性高信号相区分出来;而在术后 1 个月以上的 DWI,随着正常肝组织 DWI 信号的降低,能对肿瘤复发做出提示($n=8$)。在 MWA 术后 2 d, T1WI 增强扫描并不能对残留肿瘤的判断较平扫提供更多的信息;而在术后 1 个月以上的增强扫描能辅助发现复发或新发肿瘤灶($n=12$, 其中 9 例局部残留或复发, 3 例远隔部位复发)。另外, 有 1 例复发病灶在术后 2 d 的 MRI 复查各序列并未提示肿瘤残留。



1a~3a)第 1 次 MWA 后 T1WI、T2WI 和 DWI 显示消融区为 T1WI 高信号、T2WI 低信号、DWI 信号略增高,而残留肿瘤表现为 T1WI 低信号、T2WI 高信号、DWI 高信号;1b~3b)第 2 次针对残留肿瘤 MWA 后 T1WI、T2WI 和 DWI 序列均未见残留肿瘤

图 4 肿瘤消融不全病例

3 讨论

射频消融(RFA)和 MWA 是肝脏肿瘤局部热消融的 2 种主要手段^[1,4-6]。此前,多项研究曾对 RFA 术后消融区 MR 信号变化进行解读,显示消融区由中央的高信号区及周围的低信号带组成,高信号区代表凝固坏死区,而低信号带则由坏死区与肉芽组织组成^[2-3,7]。Tsuda 等^[3]的研究显示 RFA 后 3 d 消融

坏死区在 T1WI 首先表现为不均质信号,而在随后的 3 个月内该区域的信号会随时间演变逐渐升高。与这种表现不同,我们发现在 MWA 后 2 d 消融坏死区 T1WI 即表现为均质的高信号,并且随时间延长会出现消融坏死区边缘部分信号进一步升高。RFA 及 MWA 治疗后消融区信号随时间变化的不同,可能与消融针周围的温度分布相关;RFA 输出

功率低(40~50 W),消融区局部升温较慢,而 MWA 输出功率高(40~80 W),局部升温快,因此 MWA 所致组织热凝坏死程度不同于 RFA,进而导致了 MRI 信号的不同^[3,8]。

MWA 后 2 d T1WI 平扫显示的消融区的低信号带并未出现明显强化,而在 1 个月后 T1WI 增强序列出现强化,这可能与局部肉芽组织生成,新生血管长入有关^[3]。低信号带的强化使得正常肝脏组织与消融坏死区分界融合,以致难以判断消融区边界,同时难以鉴别是否存在消融区的强化,不过通过图像剪影处理可明确显示消融坏死区并无强化。因此,在对消融术后大约 1 个月的 T1WI 增强图像解读时,应仔细鉴别是否存在此类强化表现。

MWA 术后消融区的体积随时间进展呈缩小趋势,尤其以消融术后 1 个月内变化较大。与 MWA 术前的影像相比较,消融术后 2 d 消融区局部的解剖结构移位并不明显,而术后 1 个月因为消融区的萎缩,会导致周围结构的牵拉移位。当消融后早期消融区周围因为充血肿胀而出现异常灌注的情况下,或肿瘤信号不易分辨的情况下,术前术后影像图像的位置对比对判断手术成功与否尤为重要^[9]。另外,在术后 1 个月对消融区解读时要考虑到消融区萎缩导致的局部解剖结构位置移动的影响。

本研究中,T2WI 在 MWA 术后主要表现为等低信号,周围环绕高信号带,消融区的边界表现并不一致(清晰/模糊=27/29)。虽然 DWI 序列在发现肿瘤方面较灵敏,但是我们认为对消融术后消融区 DWI 信号的测量并不具有实际意义。首先消融坏死区已确定无肿瘤存活^[3,10],所以这个区域的 DWI 值变化可能为热消融导致局部水分子弥散受限所致;另外,治疗后早期消融区周围的反应性高信号与肿瘤残留鉴别困难;不过,随着时间的延长,当消融区周围的反应性高信号消失后,DWI 对判断有局部肿瘤复发还是有一定价值。

本研究尚存在以下不足:①消融区 MR 信号演变可能与消融时间/功率的设定相关,本研究未做探讨。②消融区 MR 信号演变可能与患者肝硬化的程度相关,需进一步根据患者肝硬化程度来解读信号演变。③未对消融区信号的变化做定量分析,存在

一定的主观性。

综上,肝脏肿瘤 MWA 术后 MR 信号改变是随时间进展不断演变的过程,对不同时期消融区 MR 信号的正确解读对临床疗效判断及方案制定具有重要意义。

[参考文献]

- [1] Ringe KI, Wacker F, Raatschen HJ. Is there a need for MRI within 24 hours after CT-guided percutaneous thermoablation of the liver?[J]. Acta Radiol, 2015, 56: 10-17.
- [2] Khankan AA, Murakami T, Onishi H, et al. Hepatocellular carcinoma treated with radio frequency ablation: an early evaluation with magnetic resonance imaging[J]. J Magn Reson Imaging, 2008, 27: 546-551.
- [3] Tsuda M, Rikimaru H, Majima K, et al. Time-related changes of radiofrequency ablation lesion in the normal rabbit liver: Findings of magnetic resonance imaging and histopathology[J]. Invest Radiol, 2003, 38: 525-531.
- [4] Ahmed M, Solbiati L, Brace CL, et al. Image-guided tumor ablation: standardization of terminology and reporting criteria: a 10-year update[J]. Radiology, 2014, 273: 241-260.
- [5] Jiao DC, Zhou Q, Han XW, et al. Microwave ablation treatment of liver cancer with a 2,450-MHz cooled-shaft antenna: pilot study on safety and efficacy[J]. Asian Pac J Cancer Prev, 2012, 13: 737-742.
- [6] 李晓峰, 钱国军, 张磊, 等. 微波高功率条件下消融原发性肝癌的初步研究[J]. 介入放射学杂志, 2011, 20: 974-978.
- [7] 王刚, 孙尧, 丛林, 等. 术中 CEUS 与 MRI 评价肝肿瘤微波消融早期疗效的应用[J]. 医学影像学杂志, 2014, 24: 402-406.
- [8] Granata V, Petrillo M, Fusco R, et al. Surveillance of HCC patients after liver RFA: role of MRI with hepatospecific contrast versus three-phase CT scan-experience of high volume oncologic Institute[J]. Gastroenterol Res Pract, 2013, 2013: 469097.
- [9] Sainani NI, Gervais DA, Mueller PR, et al. Imaging after percutaneous radiofrequency ablation of hepatic tumors: part 1, normal findings[J]. AJR Am J Roentgenol, 2013, 200: 184-193.
- [10] Koda M, Tokunaga S, Miyoshi K, et al. Assessment of ablative margin by unenhanced magnetic resonance imaging after radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma[J]. Eur J Radiol, 2012, 81: 2730-2736.

(收稿日期:2016-07-16)

(本文编辑:俞瑞纲)