

• 临床研究 Clinical research •

超声造影与增强 MRI 在评价肝癌 TACE 术后疗效的应用比较

杨 亮, 顾玉明, 鹿 皎, 刘 欢

【摘要】 目的 探究超声造影、增强 MRI 在肝癌经 TACE 术后疗效评价中的应用价值。**方法** 收集 2018 年 1 月至 2018 年 8 月接受 TACE 治疗的 100 例肝癌患者(共 170 个病灶),术后 1 周内分别进行增强 MRI、对比剂增强超声(CEUS)检查,对其结果进行 Kappa 检验及 McNemer 检验,比较其对检出残存病灶的灵敏度、特异度、准确度及两种检查结果的一致性。**结果** 以最终诊断结果为依据,84 个 CEUS 造影、增强 MRI 均提示病灶存活,74 个病灶 CEUS、增强 MRI 均提示灭活,12 个病灶增强 MRI 提示存活,而 CEUS 漏诊;增强 MRI 检查与最终检查结果完全一致, $Kappa=1, P>0.05$, 而 CEUS 与增强 MRI 的 $Kappa=0.859, P<0.05$, 增强 MRI 与 CEUS 的诊断吻合度较高,CEUS、MRI 诊断残存病灶的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值比较,分别为 87.5%对 100.0%, 100%对 100%, 100%对 100%, 86.0%对 100%。**结论** CEUS 能准确评估肝癌 TACE 术后是否有残存/复发病灶,且操作简单、方便、安全、价廉,在临床广泛普及,可作为肝癌 TACE 术后疗效评估的可靠方法,对于长期随访,CEUS 应辅以增强 MRI 进行全面评估。

【关键词】 原发性肝癌; 超声造影; 增强磁共振; 肝动脉化疗栓塞术

中图分类号:R735.7 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2019)-07-0682-05

Contrast-enhanced ultrasonography versus contrast-enhanced MRI in the evaluation of therapeutic effect of TACE for HCC: comparison of application value YANG Liang, GU Yuming, LU Jiao, LIU Huan. Department of Interventional Radiology, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu Province 221006, China

Corresponding author: GU Yuming, E-mail: guyuming_2006@163.com

【Abstract】 Objective To discuss the application value of contrast-enhanced ultrasonography (CE-US) and contrast-enhanced MRI (CE-MRI) in evaluating therapeutic effect of transcatheter arterial chemoembolization (TACE) for hepatocellular carcinoma (HCC). **Methods** A total of 100 HCC patients (170 lesions in total), who received TACE during the period from January 2018 to August 2018, were enrolled in this study. Both CE-MRI and CE-US were performed in all patients within one week after TACE. The imaging findings were analyzed by using Kappa test and McNemer test. The sensitivity, specificity and accuracy in the detection of residual lesions were compared between the two imaging methods. The consistency of results between CE-MRI and CE-US was analyzed. **Results** Based on the final diagnosis, both CE-MRI and CE-US indicated that the presence of survival focus (residual and/or recurrent lesion) was found in 84 lesions, and the complete inactivation of HCC focus was seen in 74 lesions. Twelve lesions were diagnosed as surviving focus by CE-MRI, which were missed by CE-US. CE-MRI diagnoses were in complete agreement with final results ($Kappa=1, P>0.05$), while Kappa value between CE-US and CE-MRI was 0.859 ($P<0.05$). The diagnostic coincidence between CE-MRI and CE-US was quite high. The sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value in diagnosing residual and/or recurrent lesions of CE-US vs CE-MRI were 87.5% vs 100.0%, 100% vs 100%, 100% vs 100% and 86.0% vs 100%, respectively. **Conclusion** CE-US can accurately determine whether there are residual and/or recurrent lesions after TACE for HCC. CE-US is simple, convenient, safe and economic, and it has already been widely used in clinical practice. CE-US can be used as a reliable method to evaluate the curative effect of

TACE for HCC. For clinical long-term follow-up, CE-US should be supplemented by CE-MRI so as to make a comprehensive evaluation of HCC. (J Intervent Radiol, 2019, 28: 682-686)

【Key words】 hepatocellular carcinoma; contrast-enhanced ultrasonography; contrast-enhanced magnetic resonance imaging; transcatheter arterial chemoembolization

肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, HCC)患者大多合并肝硬化, 或者在确诊时大部分患者已达中晚期, 无手术切除机会。TACE 是公认的非手术治疗首选方法, 术后常存在残存复发病灶, 导致患者生存期及预后较差。准确评估 TACE 术后疗效至关重要, 决定后续治疗方案和判断患者预后意义重大。

对比剂增强超声造影(CEUS)可以实时动态显示肿瘤血管分布及血流灌注全过程^[1-2]。早期研究主要着重于探索 CEUS 在 HCC 的诊断中的应用^[3-4], 而 TACE 术后疗效评价相关文献较少, 比较 CEUS 与其他影像学检查的文献更少^[5-6]。本研究通过 CEUS 与增强 MRI 对介入术后疗效评价的准确性进行对比, 探讨 CEUS 的临床应用价值。

1 材料与方法

1.1 研究对象

从 2018 年 1 月至 2018 年 8 月收治的原发性肝癌 100 例, 其中男 86 例, 女 14 例, 年龄 34~84 岁, 平均(61±11)岁, 肿瘤病灶 170 个, 直径 0.9~13 cm, 平均(3.98±2.65) cm, Child-Pugh A 级 95 例, B 级 5 例; AFP>400 ng/mL 29 例, ≤400 ng/mL 71 例。纳入标准: ①根据 2017 年肝癌诊疗指南诊断为中晚期原发性肝癌^[7]; ②在 TACE 术后随访中同期(1 周内)行 CEUS 和增强 MRI 检查及肝功能、肿瘤标记物检查。随访中对疑有复发患者立即行 DSA 检查, 必要时再次 TACE 及其他介入治疗; ③所有患者均签署知情同意书。排除标准: ①弥漫性肝癌, 转移性肝癌; ②Child-Pugh C 级; ③心肾功能衰竭、凝血功能异常等。

1.2 方法

1.2.1 TACE 方法 用美国通用公司 DSA 设备, 采用改良 Seldinger 术穿刺右侧股动脉, 选择性插管分别至腹腔干及肠系膜上动脉, 注射对比剂行动脉造影, 观察肝脏内病灶的供血状况, 然后使用微导管进行超选择插管至肿瘤供血动脉, 经导管灌注奥沙利铂或奈达铂联合雷替曲塞, 然后以吡柔比星与超液化碘油的混悬化疗乳液(剂量视病灶情况及血管富乏程度而定)栓塞, 必要时辅以明胶海绵, 术后造影复查示肿瘤供血动脉消失。

1.2.2 CEUS 仪器及方法 使用带有超声造影成像软件的 Philips IU22 彩色多普勒超声诊断仪。探头频率 2~5 MHz、机械指数 0.04~0.10。对比剂选用 SonoVue (Bracco, Italy), 造影微泡为磷脂微囊的六氟化硫(SF₆), 微囊直径平均 2.5 μm, pH 4.5~7.5, 常规超声扫查肝脏, 确定病灶后, 记录病灶的位置、大小、回声及病灶内血供情况。继而转换至造影模式, 用 0.9%NaCl 溶液 5 mL 混匀后, 抽取 2.4 mL 经前臂浅静脉团注, 继之注射 0.9%NaCl 溶液 5 mL 冲管, 然后最快速扫描全肝采集 6 min 动态图像并存储于超声诊断仪的内置硬盘中。造影结束后由 2 名有经验的超声医师回放分析诊断。CEUS 过程分为动脉期、门脉期、延迟期 3 个阶段(动脉期 10~30 s; 门脉期, 31~120 s; 延迟期, 121~360 s)。分别观察各造影阶段对比剂在肿瘤病灶内的分布情况。观察不同时相病灶的增强水平及形态评价瘤内血供情况。

1.2.3 MRI 检查方法 采用 PHILIPS Achieva 3.0T 或 GE signa 3.0T MR 扫描系统, 所选患者行常规扫描和增强扫描, 对比剂为钆喷酸葡胺(Gd-DTPA), 行静脉注射, 剂量 0.1 mmol/kg 体重, 扫描序列包括常规的轴位 T1 加权像(T1WI)、T2 加权像(T2WI)、T2 加权脂肪抑制序列、冠位 T2WI 及扩散加权成像(DWI), T1WI 动态增强扫描。

1.2.4 疗效评价 ①CEUS: 动脉期, 门静脉期病灶内出现高回声、等回声增强和/或肝实质期低回声, 认为肿瘤存活。若 3 个时期均无对比剂填充, 则认为肿瘤灭活。②增强 MRI 检查病灶在动脉相存在强化, 门静脉相或延迟相出现强化效应减低, DWI 出现高信号, 则认为肿瘤残存, 若病灶 3 期始终无强化效应, DWI 信号降低, 则认为肿瘤灭活。将 CEUS 与增强 MRI 检查结果进行比较。

1.2.5 影像学图像分析 由 3 名经验丰富的高年资影像学医师、超声科医师独立对检查结果进行分析、判断, 存在争议的病例, 由 3 名影像学医师对结果的判断商议后达成统一。

1.3 统计学分析

采用 SPSS20.0 统计学软件, 计量资料用均数±标准差表示, CEUS 与增强 MRI 检查阳性率进行

McNemer 检验,以 $P < 0.5$ 为差异有统计学意义,并对 2 种检查方法的吻合度进行 Kappa 检验, $\kappa \geq 0.7$ 表示吻合度较强, $0.4 \leq \kappa < 0.7$ 表示吻合度一般, $\kappa < 0.4$ 表示吻合度较弱。

2 结果

2.1 超声造影结果

86 个 (50.6%) 病灶在动脉期、门静脉期及延迟期始终无增强,提示病灶无活性,84 个 (49.4%) 病灶在动脉期高增强,延迟期呈低增强,提示病灶存在活性,表现为病灶动脉期出现环状、结节状、月牙状、楔形不规则形增强,与周围肝实质区对比显著。

2.2 增强 MRI 检查

96 个 (56.5%) 病灶在动脉期出现强化,门静脉相或延迟相出现强化效应减低,提示肿瘤残留,74 个 (43.5%) 病灶在三期均未出现明显强化,提示肿瘤灭活。

2.3 最终诊断结果

其中 52 例怀疑存在部分残存病灶的患者 (共 103 个病灶) 再次行 DSA 造影证实,并对残存病灶进行 TACE 治疗,其余 48 例患者 (共 67 个病灶) 随访时间大于 6 个月,最终诊断结果残存病灶 96 个,完全灭活病灶 74 个。超声造影漏诊 12 个病灶,而增强 MRI 与最终诊断结果完全相符。见表 1。

表 1 介入术后残存/复发评估的比较

检查方法	阳性	阴性	诊断符合率/%
CEUS	84	86	92.9
增强 MRI	96	74	100
最终诊断	96	74	100

表 4 CEUS、增强 MRI 对残存/复发病灶的灵敏度、特异度、PPV、NPV

检查方法	灵敏度	特异度	PPV	NPV
CEUS	87.5% (84/96)	100.0% (74/74)	100.0% (84/84)	86.0% (74/86)
增强 MRI	100.0% (96/96)	100.0% (74/74)	100.0% (96/96)	100.0% (74/74)

(87.5%)、NPV (86.0%)。且 CEUS 与增强 MRI 诊断吻合度具有较强的统计学意义。

3 讨论

对于中晚期肝癌主张以 TACE 为主的综合介入治疗,肿瘤新生血管形成是肿瘤浸润、扩散、复发的基础,因存在门静脉供血、供血动脉再通、栓塞不彻底或肿瘤侧支循环形成、消融范围不彻底、亦或因肝癌多中心发生,部分肿瘤残存、复发,因此术后准确评估病灶活性,对于患者后续治疗方案的制定及预后有重要意义。

TACE 术后存活的肿瘤组织的评估是依据改良

2.4 超声造影、增强 MRI 与最终结果对照

增强 MRI 与最终诊断的吻合系数 Kappa = 1.000,说明增强 MRI 与最终诊断完全相符,CEUS 与最终诊断的吻合系数 Kappa = 0.859,表示 CEUS 与最终诊断的吻合度有统计学意义,增强 MRI 与 CEUS 检查结果进行 McNemer 检验及 Kappa 检验, $P < 0.05$,诊断符合率差异有统计学意义,二者的吻合度系数 Kappa 值 = 0.859,说明 CEUS 与增强 MRI 的吻合度差异有统计学意义,且较强,见表 2、3。表 4 说明以最终诊断结果为对照,CEUS、MRI 诊断残存病灶的灵敏度、特异度,阳性预测值 (PPV),阴性预测值 (NPV) 比较分别为 87.5% 对 100.0%, 100% 对 100%, 100% 对 100%, 86.0% 对 100%。

表 2 CEUS、增强 MRI 与最终诊断结果一致性检验

增强 MRI	最终诊断		Kappa 值	P 值
	阳性	阴性		
阳性	96	0	1.000	<0.000 1
阴性	0	74		

CEUS	最终诊断		Kappa 值	P 值
	阳性	阴性		
阳性	84	0	0.859	<0.000 1
阴性	12	74		

表 3 CEUS 与增强 MRI 结果一致性检验

CEUS	增强 MRI		Kappa 值	P 值
	阳性	阴性		
阳性	84	0	0.859	<0.000 1
阴性	12	74		

综上述结果分析示:增强 MRI 的诊断吻合度 (Kappa = 1) 优于 CEUS (Kappa = 0.859),增强 MRI 灵敏度 (100%) 及 PPV (100%) 高于 CEUS 的灵敏度

实体肿瘤疗效评价标准 (mRECIST 标准) 进行的,增强 CT 或 MRI 检查在整个肝脏在不同血管增强阶段的诊断准确性较高^[7]。目前临床上主要采用 CT、DSA、CEUS、MRI 等方式随访。增强 CT 检查是目前评价原发性肝癌介入术后常用的影像学检查方式^[8],可以清晰地显示治疗后肝内病灶的大小、数量、血供、脏器转移等^[9],但是碘油沉积在 CT 上的硬化伪影与残存肿瘤的强化表现相似,会干扰疗效评判^[10]。Salvaggio 等^[11]研究认为与增强 CT 相比,CEUS 有更高的诊断准确性 (100% 对 92.1%),Liu 等^[12]研究以 DSA 结果或组织病理学检查为金标准,显示 CEUS 判断肝癌 TACE 术后残存病灶的灵敏度、准

确度优于增强 CT(灵敏度 95.9%比 76.2%,准确度 96.2%对 77.7%),推荐使用 CEUS,增强 MRI 由于不受碘油沉积的影响且对 <1 cm 的微小肿瘤检出敏感性较高优于增强 CT^[13],有报道称,MRI 在 <1 cm 的小肝癌中诊断的灵敏度达到 94.12%^[14],对于慢性肝病患者的肝癌诊断准确率明显优于 CT^[15],李振武等^[16]认为 DWI 可以灵敏地检出肝内复发转移性病灶,高扬等^[17]认为 MRI 检出肝癌外科术后 AFP 阴性患者复发及转移较超声、CT 有明显优势。陈奇峰等^[18]认为 MRI 可精准评估消融范围,磁共振成像的高敏感 T2 加权成像和多相对比增强序列、扩散加权成像不受碘油影响,因此多项研究将增强 MRI 作为 TACE 术后评估金标准^[19-20]。但其费用较高、需要患者配合憋气、体内无金属、无幽闭恐惧症、长时间扫描等限制其广泛使用。因此迫切需要探索可供替代的影像学检查来评估 HCC 患者 TACE 疗效。

随着 CEUS 技术的飞速发展,超声对比剂 SonoVue 微泡能产生较好的非线性共振而不破裂,能进入包括毛细血管在内的各种动静脉及其细小分支,可测出直径 <40 μm 的细小血管^[21],提高了对细小血管及低速血流的敏感性,并可实时动态观察肿瘤内的微循环灌注情况且不受碘油沉积影响。目前多项研究表明可把 CEUS 作为 HCC 患者 TACE 术后监测的替代影像学检查^[21-22],Sugimoto 等^[23]研究认为,与增强 CT、MRI 相比,在微小病灶中 CEUS 可产生明显的强化表现,且认为在肝癌瘤内血管分布的诊断准确率优于 MRI。Xia 等^[24]认为 TACE 术后 1 周 CEUS 和增强 CT 阳性检出率分别为 43 个病变 25(58.1%)和 43 个病变 17(39.5%),TACE 术后一周 CEUS 可以准确评估肿瘤治疗反应,且优于 CT。Cho 等^[5]研究认为 TACE 术后 4 周 CEUS 评估病灶的敏感性不仅优于 CT(100%对 50%),而且优于 MRI(100%对 50%)。

本研究中,MRI 评估病灶的敏感性优于 CEUS (100%对 87.5%),特异度都为 100%,增强 MRI 优于 CEUS,因此可作为术后评估金标准,与国外研究报道一致^[19-20]。CEUS 漏诊 12 例,其中 1 例为转移至左侧腹壁下(1.2 cm),1 例病灶靠近膈顶(1.5 cm),4 例(分别为 1.5、1.3、1.3 和 1.2 cm)在增强 MRI 表现为动脉期明显强化,门静脉期及延迟期强化同肝实质,3 例(分别为 5.5、4.7 和 4.2 cm)病灶在 MRI 表现动脉期不均匀强化,门静脉期及延迟期强化稍减低,均经 DSA 造影证实肿瘤供血动脉纤细、扭曲,超选择插管困难,其中 2 例靠近肝包膜下、1 例靠近

膈顶。3 例(2、2.9 和 2.4 cm)病灶在 MRI 表现为动脉期边缘轻度强化,门静脉期及延迟期强化减低,经 DSA 造影证实供血动脉纤细,肿瘤染色不明显,且为边缘强化,考虑存在肝动脉、门静脉双重血供。可见 CEUS 依然存在其不足之处,图像质量易受到患者体型、呼吸、病灶微小及病灶位置、肿瘤乏血供等的影响;在存在多个病灶时,同时动态观察多个病灶较困难,对于肝外转移病灶易漏诊,对于检查者经验要求较高等。

有研究报道 CEUS 在等回声肝癌的检出率较常规超声明显高,并且在术中可实时引导、准确评估病灶实际大小及浸润范围,制定合理的消融方案,术后可即时评估肿瘤灭活程度,指导残留病灶的后续补充治疗^[25-27],且 CT/MRI-CEUS 影像融合技术可即时评估及指导肝癌消融治疗,可提高肿瘤完全消融率^[28]。

综上所述,CEUS 能准确评估肝癌 TACE 术后是否有残存、复发病灶,且操作简单、方便、安全、价廉,在临床广泛普及,可作为肝癌 TACE 术后疗效评估的可靠方法,对于长期随访,超声造影应辅以增强 MRI 进行全面评估。

[参考文献]

- [1] Minami Y, Kudo M. Imaging modalities for assessment of treatment response to nonsurgical hepatocellular carcinoma therapy: contrast-enhanced US, CT, and MRI[J]. Liver Cancer, 2015, 4: 106-114.
- [2] Claudon M, Dietrich CF, Choi BI, et al. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) in the liver: update 2012. A WFUMB-EFSUMB initiative in cooperation with representatives of AFSUMB, AIUM, ASUM, FLAUS and ICUS[J]. Ultraschall Med, 2013, 34: 11-29.
- [3] Moschouris H, Malagari K, Papadaki MG, et al. mRECIST criteria and contrast-enhanced US for the assessment of the response of hepatocellular carcinoma to transarterial chemoembolization[J]. Diagn Interv Radiol, 2014, 20: 136-142.
- [4] Sparchez Z, Mocan T, Radu P, et al. Contrast enhanced ultrasonography in assessing the treatment response to transarterial chemoembolization in patients with hepatocellular carcinoma[J]. Med Ultrason, 2016, 18: 96-102.
- [5] Cho YZ, Park SY, Choi EH, et al. The usefulness of contrast-enhanced ultrasonography in the early detection of hepatocellular carcinoma viability after transarterial chemoembolization: pilot study[J]. Clin Mol Hepatol, 2015, 21: 165-174.
- [6] Kaufmann S, Schulze M, Spira D, et al. Comparison of volume perfusion computed tomography and contrast-enhanced ultrasound for assessment of therapeutic effect of transarterial chemoembo-

- lization in patients with hepatocellular carcinoma: a preliminary report[J]. *Acta Radiol*, 2016, 57: 8-12.
- [7] Lencioni R, Llovet JM. Modified RECIST (mRECIST) assessment for hepatocellular carcinoma[J]. *Semin Liver Dis*, 2010, 30: 52-60.
- [8] 刘小瑜, 苏子剑, 王聪仁, 等. 辅助性肝动脉化疗栓塞术对原发性肝癌切除手术预后的影响[J]. *中华肝胆外科杂志*, 2015, 21: 23-28.
- [9] 贾户亮, 钦伦秀. 肝癌术后复发影像学早期诊断及其评价[J]. *中国实用外科杂志*, 2012, 32: 817-821.
- [10] Kim KW, Lee JM, Choi BI. Assessment of the treatment response of HCC[J]. *Abdom Imaging*, 2011, 36: 300-314.
- [11] Salvaggio G, Campisi A, Lo Greco V, et al. Evaluation of post-treatment response of hepatocellular carcinoma: comparison of ultrasonography with second-generation ultrasound contrast agent and multidetector CT[J]. *Abdom Imaging*, 2010, 35: 447-453.
- [12] Liu M, Lin MX, Lu MD, et al. Comparison of contrast-enhanced ultrasound and contrast-enhanced computed tomography in evaluating the treatment response to transcatheter arterial chemoembolization of hepatocellular carcinoma using modified RECIST[J]. *Eur Radiol*, 2015, 25: 2502-2511.
- [13] Bellissimo F, Pinzone MR, Cacopardo B, et al. Diagnostic and therapeutic management of hepatocellular carcinoma[J]. *World J Gastroenterol*, 2015, 21: 12003-12021.
- [14] 余炎, 吕君, 余祖江, 等. 四种影像学检查评价原发性肝癌患者介入治疗的疗效[J]. *实用肝脏病杂志*, 2017, 20: 199-202.
- [15] Lee YJ, Lee JM, Lee JS, et al. Hepatocellular carcinoma: diagnostic performance of multidetector CT and MR imaging: a systematic review and meta-analysis[J]. *Radiology*, 2015, 275: 97-109.
- [16] 李振武, 张伟, 孙立军, 等. 磁共振扩散加权成像在肝癌化疗栓塞术后随访中的价值[J]. *介入放射学杂志*, 2010, 19: 610-612.
- [17] 高杨, 纪建松, 杨宏远, 等. 影像学检查在肝癌外科术后甲胎蛋白阴性患者随访中的价值[J]. *介入放射学杂志*, 2016, 25: 355-359.
- [18] 陈奇峰, 贾振宇, 杨正强, 等. MR 早期评估肝癌微波消融范围的临床研究[J]. *介入放射学杂志*, 2017, 26: 55-59.
- [19] Moschouris H, Kalokairinou-Motogna M, Vrakas S, et al. Imaging of intrahepatic progression of hepatocellular carcinoma post transarterial chemoembolization. A long-term, prospective evaluation of contrast-enhanced ultrasonography(CEUS)[J]. *Med Ultrason*, 2017, 19: 134-142.
- [20] Paul SB, Dhamija E, Gamanagatti SR, et al. Evaluation of tumor response to intra-arterial chemoembolization of hepatocellular carcinoma: comparison of contrast-enhanced ultrasound with multiphase computed tomography[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2017, 98: 253-260.
- [21] Yamamoto K, Shiraki K, Nakanishi S, et al. 1.5 Harmonic imaging sonography with microbubble contrast agent improves characterization of hepatocellular carcinoma[J]. *World J Gastroenterol*, 2005, 11: 5607-5613.
- [22] Takizawa K, Numata K, Morimoto M, et al. Use of contrast-enhanced ultrasonography with a perflubutane-based contrast agent performed one day after transarterial chemoembolization for the early assessment of residual viable hepatocellular carcinoma[J]. *Eur J Radiol*, 2013, 82: 1471-1480.
- [23] Sugimoto K, Moriyasu F, Shiraishi J, et al. Assessment of arterial hypervascularity of hepatocellular carcinoma: comparison of contrast-enhanced US and gadoxetate disodium-enhanced MR imaging[J]. *Eur Radiol*, 2012, 22: 1205-1213.
- [24] Xia Y, Kudo M, Minami Y, et al. Response evaluation of transcatheter arterial chemoembolization in hepatocellular carcinomas: the usefulness of sonazoid-enhanced harmonic sonography[J]. *Oncology*, 2008, 75: 99-105.
- [25] 许伟, 顾玉明, 王兴田, 等. 超声造影引导下微波消融联合 TACE 治疗肝转移瘤[J]. *介入放射学杂志*, 2012, 21: 821-824.
- [26] 翁高龙, 黄建国, 褚丹, 等. 超声造影引导射频消融治疗等回声肝癌的临床应用[J]. *介入放射学杂志*, 2014, 23: 922-925.
- [27] 严昆, 陈敏华, 李荣杰, 等. 残留复发性肝肿瘤射频消融治疗——超声造影的应用价值[J]. *介入放射学杂志*, 2014, 23: 496-499.
- [28] 陈嘉欣, 许尔蛟, 李凯, 等. CT/MRI-CEUS 影像融合在原发性肝癌消融治疗中的临床价值[J]. *中华肝脏外科手术学电子杂志*, 2015, 4: 352-356.

(收稿日期:2018-08-18)

(本文编辑:俞瑞纲)