

DOI:10.3969/j.issn.1005-202X.2020.05.006

医学影像物理

# 钆塞酸二钠增强磁共振和弥散加权成像诊断肝细胞癌 TACE 术后存活或复发病灶的价值

刘海峰,许永生,刘钊,卢星如,雷军强  
兰州大学第一医院放射科,甘肃 兰州 730000

**【摘要】目的:**探究钆塞酸二钠(Gd-EOB-DTPA)增强磁共振(MRI)和弥散加权成像(DWI)诊断肝细胞癌(HCC)经导管肝动脉化疗栓塞(TACE)术后存活或复发病灶的价值。**方法:**前瞻性连续纳入初次接受TACE治疗的96例患者的129个HCC病灶。以CT和/或MRI随访,手术病理为诊断金标准,探究Gd-EOB-DTPA增强MRI和DWI对TACE术后1~2月HCC病灶存活或复发的诊断准确性,并采用ROC曲线分析ADC值对存活或复发病灶的鉴别诊断价值。运用卡方检验分析T<sub>1</sub>WI信号、T<sub>2</sub>WI信号、形态、包膜、DWI信号、动脉期增强表现及肝特异期信号判断TACE术后存活或复发的价值。**结果:**(1)金标准证实TACE术后存活病灶29个,肝内复发病灶18个,完全坏死病灶82个;(2)TACE术后HCC存活或复发病灶多呈现出T<sub>1</sub>WI低信号、T<sub>2</sub>WI高信号、DWI高信号的表现,89.36%(42/47)病灶动脉期强化,91.49%(43/47)肝细胞期未见造影剂摄取呈低信号;(3)Gd-EOB-DTPA增强MRI和DWI诊断TACE术后存活或复发病灶的敏感度、特异度分别为93.62%和91.49%、96.34%和95.12%,两者联合诊断的敏感度和特异度为95.74%、100.00%;(4)病灶无包膜、DWI高信号、动脉期增强是判断TACE术后存活或复发的独立重要因素( $P<0.05$ )。**结论:**Gd-EOB-DTPA增强MRI和DWI对TACE术后HCC存活或复发病灶具有较高的诊断价值,可应用于TACE术后临床随访。

**【关键词】**钆塞酸二钠;弥散加权成像;肝细胞癌;经导管肝动脉化疗栓塞

**【中图分类号】**R735.7;R816      **【文献标志码】**A      **【文章编号】**1005-202X(2020)05-0561-07

## Diagnostic value of Gd-EOB-DTPA enhanced MRI and DWI in residual or recurrent lesions after TACE for hepatocellular carcinoma

LIU Haifeng, XU Yongsheng, LIU Zhao, LU Xingru, LEI Junqiang  
Department of Radiology, the First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

**Abstract: Objective** To investigate the value of Gd-EOB-DTPA enhanced magnetic resonance imaging (MRI) and diffusion weighted imaging (DWI) in the diagnosis of residual or recurrent lesions after transarterial chemoembolization (TACE) for hepatocellular carcinoma (HCC). **Methods** A prospective and consecutive study was performed on 96 patients with 129 HCC lesions who had undergone TACE. The follow-up results by CT and/or MRI and surgery pathology were taken as the diagnostic gold standard, and the diagnostic accuracy of Gd-EOB-DTPA enhanced MRI and DWI in detecting residual or recurrent lesions at 1-2 months after TACE for HCC was investigated. Meanwhile, receiver operating characteristics (ROC) curve was used to evaluate the value of apparent diffusion coefficient (ADC) in the differential diagnosis of residual or recurrent lesions. Moreover, the diagnostic value of imaging signs in residual or recurrent lesions after TACE was explored by Chi-square test. The discussed imaging signs included T<sub>1</sub>WI signal, T<sub>2</sub>WI signal, morphology, capsule, DWI signal, arterial-phase enhancement performance and liver-specific phase signal. **Results** The evaluation by gold standard confirmed that there were 29 residual lesions, 18 hepatic recurrent lesions and 82 necrotic lesions after TACE. The residual or recurrent lesions after TACE were characterized with hypointense on T<sub>1</sub>WI, hyperintense on T<sub>2</sub>WI and hyperintense on DWI. The residual or recurrent lesions with enhancement in arterial phase accounted for 89.36% (42/47) and those without hypointense of contrast agent uptake in hepatocellular phase accounted for 91.49% (43/47). The sensitivity and specificity of Gd-EOB-DTPA enhanced MRI in the diagnosis of residual or recurrent lesions after TACE were 93.62% and 96.34%, respectively, and those of DWI were 91.49% and 95.12%, respectively.

**【收稿日期】**2020-01-06  
**【基金项目】**国家自然科学基金(81960323);兰州大学中央高校基本科研业务(lzujbky-2019-cd04);甘肃省自然科学基金(1506RJZA265)  
**【作者简介】**刘海峰,硕士,住院医师,研究方向:腹部影像学,E-mail: liuhfyx@163.com  
**【通信作者】**雷军强,主任医师,教授,研究方向:腹部影像学、循证医学,E-mail: leijq2011@126.com

The sensitivity and specificity of the combination reached 95.74% and 100.00%. No capsule, hyperintense on DWI and the enhancement of arterial-phase signal were important independent factors in diagnosing residual or recurrent lesions after TACE ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Gd-EOB-DTPA enhanced MRI combined with DWI has excellent diagnostic value in residual or recurrent lesions after TACE in HCC and can be used in the clinical follow-up after TACE.

**Keywords:** Gd-EOB-DTPA; diffusion weighted imaging; hepatocellular carcinoma; transcatheter arterial chemoembolization

前言

经导管肝动脉化疗栓塞术(Transcatheter Arterial Chemoembolization, TACE)被 2018 年 TACE 临床实践指南<sup>[1]</sup>推荐为肝细胞癌(Hepatocellular Carcinoma, HCC)的一线治疗方案,并且作为无法进行手术切除的 HCC 患者治疗的首选方案,但由于 HCC 由肝动脉及门静脉双重血供、侧支循环形成等因素导致 HCC 难以完全坏死,存在复发率高的不足<sup>[2]</sup>。因此,本研究探讨钆塞酸二钠(Gd-EOB-DTPA)增强磁共振成像(MRI)和弥散加权成像(Diffusion Weighted Imaging, DWI)在 TACE 术后 HCC 病灶存活或复发病灶的诊断价值,为临床精准诊断、治疗效果评价提供影像学依据。

1 材料与方法

1.1 临床资料

本研究经兰州大学第一医院伦理委员会审核批准通过。前瞻性连续纳入 2016 年 9 月~2018 年 12 月在兰州大学第一医院住院并接受 TACE 治疗的 HCC 患者。所有患者均在接受 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查和 DWI 检查前签署知情同意书。

按照纳入标准初步纳入在兰州大学第一医院行 TACE 的 HCC 患者 119 例,其中 23 例患者因以下原因满足排除标准而未纳入研究:6 例患者因严重呼吸运动伪影导致 MRI 平扫或增强图像质量较差,4 例患者 TACE 术后肝内和肺内出现广泛转移、预计生存期短于 3 个月,10 例患者接受 CT、超声增强和/或 PET/CT 等检查,3 例患者术后随访缺乏诊断的金标准(DSA、手术病理及临床随访结果),故最终纳入 96 例 TACE 术后的 HCC 患者的 129 个病灶,具体资料如表 1 所示。

1.2 纳入与排除标准

**1.2.1 纳入标准** (1)诊断符合 2017 年中国原发性肝癌诊疗规范指南<sup>[3]</sup>的 HCC 患者;(2)患者在兰州大学第一医院首次进行 TACE,年龄大于 18 岁;(3)肝脏功能 Child-Pugh 分级为 A 或 B 级;(4)患者美国东部肿瘤协作组(Eastern Cooperative Oncology Group, ECOG)体能状态评分<sup>[4]</sup>≤2 分;(5)患者 TACE 术后 1~2 个月接受 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 和 DWI 检查。

表 1 纳入患者临床基线资料  
Tab.1 Clinical baseline data of enrolled patients

临床资料		数值
年龄/岁		53.4±11.6(31~72)
性别	男	84(87.50%)
	女	12(12.50%)
病因	有肝硬化	77(82.29%)
	无肝硬化	19(17.71%)
Child-Pugh 分级	A 级	65(67.71%)
	B 级	31(32.29%)
ECOG 评分	0~1	72(75.00%)
	2	24(25.00%)
HCC 数目	单发	81(84.38%)
	2 个	12(12.50%)
	≥3 个	3(3.12%)
血清甲胎蛋白水平	≥400 ng·mL <sup>-1</sup>	70(72.92%)
	<400 ng·mL <sup>-1</sup>	26(27.08%)
肿瘤直径/cm		3.5±1.5(0.9~12.3)

**1.2.2 排除标准** (1)不适宜接受 TACE 的患者,包括:门静脉主干完全被癌栓阻塞或肝内存在明显的动静脉瘘,肝肾功能严重障碍,无法纠正的止凝血功能障碍,严重感染和/或活动性肝炎;(2)肝内胆管细胞癌、肝转移瘤等肝内非 HCC 恶性肿瘤;(3)存在碘对比剂严重过敏、MRI 检查禁忌症的患者;(4)HCC 弥漫或广泛远处转移,预估生存期不大于 3 个月;(5)患者中途退出、随访资料不全;(6)因运动及呼吸伪影导致图像质量较差的患者。

1.3 TACE 治疗方案

患者仰卧位于腹股沟及会阴部常规消毒、铺巾及 1% 利多卡因局部浸润麻醉后,采用 Seldinger 技术经皮穿刺股动脉(穿刺点常规选择腹股沟韧带下方 1.0~1.5 cm 股动脉搏动明显处),置入 5F 导管鞘,在 Artis Zee DSA 设备监视下插入导管置于腹腔动脉干、肝总或肝固有动脉造影,必要时行肠系膜上、右隔下及右肾上腺动脉造影,经高压注射器注入 10~25 mL 非离子型碘对比剂,注射速率为 3~5 mL/s,DSA 采集

图像速率为3帧/s,采集包括肝血管动脉期、实质期及静脉期图像,以了解HCC病灶数目及大小、肿瘤供血动脉走行及有无明显动静脉畸形等。选择插管(部分以微导管)至HCC供血动脉并灌注HCC化疗药物:奥沙利铂80~100 mg、5-氟尿嘧啶1 g,后将导管超选择性插管至肝固有动脉,透视下缓慢注入碘化油与多柔比星的乳化液行栓塞术,最后以聚乙烯醇(PVA)行补充栓塞,PVA具体用量视HCC直径及供血情况而定。

#### 1.4 MRI成像扫描方案

患者在TACE术后1~2个月在Siemens Magnetom Skyra 3.0T磁共振成像仪及标准体部相控阵32通道线圈一次性完成腹部MRI平扫、钆塞酸二钠(商品名普美显,德国Bayer-Schering公司)增强MRI和DWI。患者在接受MRI检查前空腹6~8 h,取仰卧位、头先进体位并于检查前进行呼吸训练,扫描范围自膈顶至肝脏下缘。首先行MRI腹部常规序列,其具体参数:(1) $T_1WI$ :TR 220 ms,TE 1.2 ms(反相位2.5 ms),FOV (320 mm×320 mm)~(380 mm×380 mm),层厚5 mm,层间隔2 mm,激励次数(NEX)2,重建同反相位、水相和脂肪相图像;(2) $T_2WI$ 采用脂肪抑制技术:TR/TE 3 000 ms/90 ms,FOV(320 mm×320 mm)~(380 mm×380 mm),层厚5 mm,层间隔2 mm,NEX 2;(3)在3个分别为50、400、800 s/mm<sup>2</sup>的扩散敏感梯度系数( $b$ 值)的基础上完成DWI:TR/TE 5 900 ms/83 ms,层厚5 mm,层间隔2 mm,NEX 1,FOV (320 mm×320 mm)~(380 mm×380 mm);(4)Gd-EOB-DTPA多期动态增强MRI利用高压注射器经患者肘静脉以剂量(0.1 mL/kg)及1 mL/s注射造影剂普美显,然后仍以1 mL/s速度注射20 mL生理盐水冲洗导管以确保造影剂完全进入体内。在注射对比剂15、60、120 s后依次分别进行肝动脉期、门脉期、平衡期扫描,于注射对比剂20 min后行肝特异期扫描。

#### 1.5 TACE术后HCC存活及复发的诊断标准

**1.5.1 金标准** 参考国家卫计委2018年公布的原发性肝癌诊疗指南<sup>[3]</sup>,以影像学随访半年以上、手术病理结果作为诊断HCC在TACE术后是否为存活或复发、坏死病灶的金标准。(1)CT和/或MRI随访结果:CT和MRI增强扫描提示病灶增大,病灶增强扫描动脉期强化;(2)手术病理:病理结果符合HCC诊断。存活病灶:TACE术后病灶CT和MRI增强扫描结果提示病灶增大,病灶可见动脉期强化;复发病灶:肝内出现新发病灶,影像学检查提示病灶动脉期强化或随访病灶明显增大;完全坏死病灶:TACE术后病灶整体影像学检查未见增大、增强扫描均未见强化。

**1.5.2 Gd-EOB-DTPA增强MRI诊断标准** 由两名影像学高级职称医师采用双盲法分析TACE术后HCC病灶的影像学表现:(1)以肝实质作为背景界定病灶信号高低,病灶整体信号较周围肝实质高则定义为高信号,信号等于或低于肝实质为等或低信号;(2)特异期病灶呈明显低信号则定义为无造影剂摄取。以增强扫描动脉期强化、特异期未见造影剂摄取呈低信号作为存活或复发的Gd-EOB-DTPA增强MRI及诊断标准。

**1.5.3 DWI和ADC值诊断标准** DWI信号高于周围肝实质为高信号,等于或低于周围肝实质为低信号。通过Siemens后处理 workstation 在表观扩散系数(Apparent Diffusion Coefficient, ADC)图上选取病灶的最大层面,手工选择感兴趣区(Region of Interest, ROI),为避免因ROI面积不同造成的测量误差,ROI面积尽量为150~200 mm<sup>2</sup>以保持等大等圆,同时避开肉眼可见的肝内血管、胆管、肝脏边缘2 cm内的肝组织及伪影等,在存活或复发、坏死病灶区域选择合适ROI连续3个层面测量3次ADC值,取其平均值后确定最终ADC值。

#### 1.6 统计学方法

应用SPSS 23.0软件进行统计学分析,计量资料用均数±标准差表示,计数资料则用百分率(%)表示。以金标准结果作为对照,分析Gd-EOB-DTPA增强MRI及DWI诊断TACE术后HCC存活或复发病灶的敏感度、特异度。采用受试者工作特性曲线下面积(AUC)方法评价ADC值对诊断存活及复发的价值。采用卡方检验探究影像学征象对TACE术后HCC存活及复发的诊断及鉴别诊断价值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

#### 2.1 Gd-EOB-DTPA增强MRI与金标准结果一致性分析

金标准证实TACE术后存活病灶29个、肝内复发病灶18个(41个经CT和/或MRI随访证实,6个经手术病理证实),坏死病灶82个。Gd-EOB-DTPA增强MRI共检出诊断存活或复发病灶44个,坏死病灶79个,漏诊、误诊病灶存活或复发的数目均为3个,见表2。

#### 2.2 DWI诊断TACE术后HCC病灶存活及复发的价值

DWI诊断TACE术后HCC存活或复发的敏感度和特异度如表2所示。存活或复发病灶的ADC值为 $(1.12\pm 0.23)\times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s,明显低于坏死病灶的ADC



表 2 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 和 DWI 诊断 TACE 术后存活及复发结果

Tab.2 Results of Gd-EOB-DTPA enhanced MRI and DWI in diagnosing residual or recurrent lesions after TACE

检查方法	真阳性值	假阳性值	真阴性值	假阴性值	敏感度/%	特异度/%
Gd-EOB-DTPA 增强 MRI	44	3	79	3	93.62	96.34
DWI	43	4	78	4	91.49	95.12
Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 联合 DWI	45	0	82	2	95.74	100.00

Gd-EOB-DTPA:钆塞酸二钠;DWI:弥散加权成像;敏感度=真阳性值/(真阳性值+假阴性值);特异度=真阴性值/(真阴性值+假阳性值)

值 $(1.83\pm0.26)\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ ,且差异具有明显统计学意义( $U=-15.29, P<0.05$ )。ROC 曲线图(图 1)分析结果提示当 ADC 值为  $1.49\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ , ADC 值对诊断 HCC 病灶 TACE 术后存活或复发具有最高的诊断效能,此时敏感度和特异度分别为 86.6%、100.0%,约登指数是 0.87,AUC 为  $0.977\pm0.010$ 。

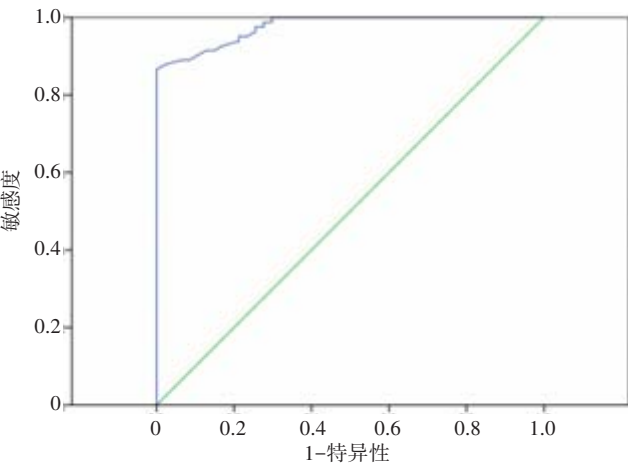


图 1 ADC 值鉴别诊断 TACE 术后存活或复发的 ROC 曲线  
Fig.1 ROC curves of ADC in the differential diagnosis of residual or recurrent lesions after TACE

2.3 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 影像学表现

TACE 术后 HCC 存活或复发病灶多呈现出 T<sub>1</sub>WI 低信号、T<sub>2</sub>WI 高信号、DWI 信号弥散受限呈高信号的信号表现,增强扫描 89.36% (42/47) 表现为动脉期强化,肝胆期(特异期)91.49% (43/47) 未见造影剂摄取故呈低信号,而坏死病灶动脉期不强化、特异期造影剂不摄取,见图 2~图 3。

2.4 影像学征象判断存活或转移的独立因素分析

从影像学征象角度探究其判断 TACE 术后 HCC 存活或复发、坏死病灶的价值,结果提示病灶边缘有无包膜、DWI 信号高低、动脉期增强表现的影像学征象是诊断及鉴别诊断存活或复发、坏死的重要独立影响因素( $P<0.05$ ),见表 3。

3 讨论

MRI 为多序列参数成像,能依靠 MRI 征象分析病理改变<sup>[5-6]</sup>。TACE 术后造成 HCC 凝固性坏死同时常合并液化、出血、炎性细胞浸润和囊变等,凝固性坏死 T<sub>1</sub>WI 和 T<sub>2</sub>WI 均为低信号,液化、囊变 T<sub>1</sub>WI 呈低信号而 T<sub>2</sub>WI 为高信号,出血可因不同时间而信号混杂,因此 TACE 术后病灶常表现出混杂 T<sub>1</sub>WI 和 T<sub>2</sub>WI 信号的特点,因此从单纯 T<sub>1</sub>WI 与 T<sub>2</sub>WI 信号难以有效鉴别 TACE 术后存活或复发<sup>[7-8]</sup>,本研究结果与上述理论相符。由于碘化油和化疗药物栓塞 HCC 供血血管导致肿瘤坏死,但随后的修复过程在病灶边缘形成防御性和限制性的纤维肉芽组织假包膜,能抑制肿瘤生长、限制肿瘤侵袭及阻断肿瘤侧支循环形成,所以肿瘤包膜是否形成有助于判断 TACE 术后疗效及患者预后<sup>[9]</sup>。包膜在 T<sub>1</sub>WI 和 T<sub>2</sub>WI 表现为肿瘤边缘低信号,研究表明 TACE 术后坏死、存活或复发病灶的包膜显示率分别为 75.60%、4.26%,且差异具有统计学意义,提示包膜有助于鉴别诊断 TACE 术后坏死病灶。

Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 不仅可依靠三期动态增强(动脉期、门脉期及延迟期)的强化表现分析病灶血供情况,还能根据特异期有无造影剂摄取诊断 TACE 术后病灶性质。研究结果显示 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 诊断 TACE 术后存活或复发病灶的敏感度和特异度分别为 93.62% 和 96.34%,提示 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 具有较高的诊断效能。但存活或复发灶表现出动脉期强化特点的仅为 74.46% (35/47),这主要与 TACE 术后存活病灶血供不丰富、侧枝循环和动静脉瘘形成、化疗导致血管炎及血管闭塞密切相关<sup>[10-12]</sup>。虽然绝大多数(43/47)存活或复发病灶在特异期未见造影剂摄取呈低信号,但特异期是否造影剂摄取较动脉期强化无法有效鉴别诊断 TACE 术后存活或复发、坏死,这主要与存活或复发、坏死病灶造成正常肝细胞消失从而反映出低信号有关<sup>[13]</sup>。

TACE 术后高浓度化疗药物的细胞毒性作用、碘

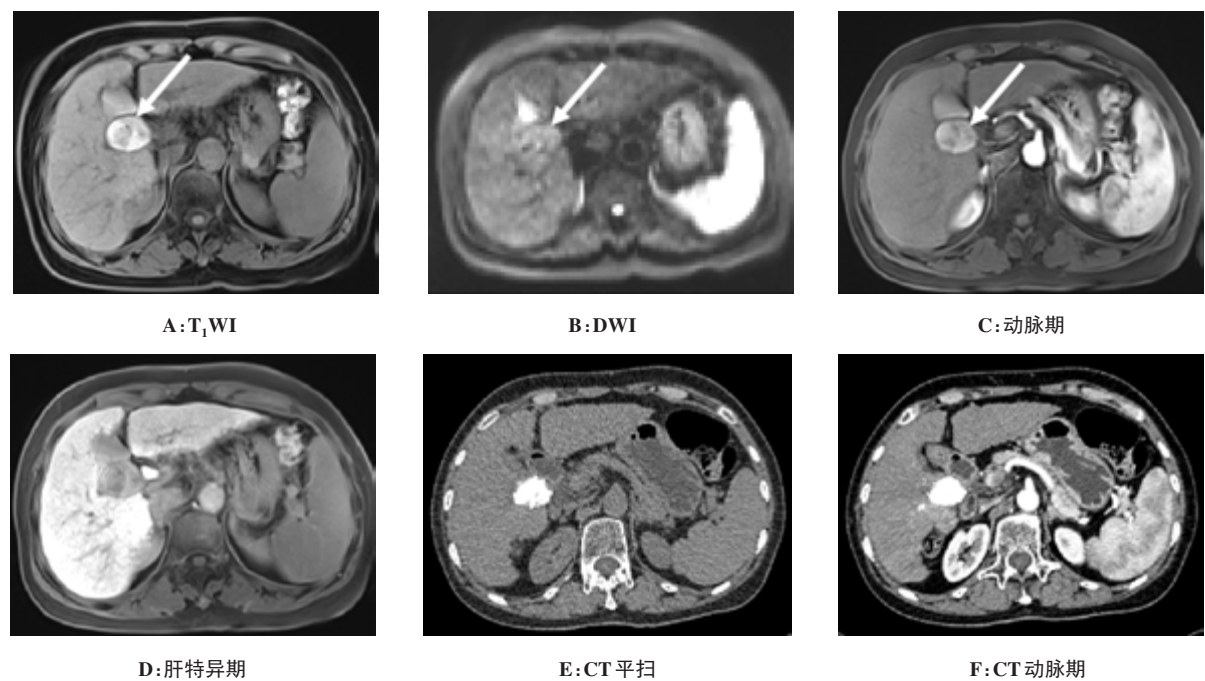


图2 患者女,64岁,肝S5见大小3.1 cm×2.7 cm的团片状短T<sub>1</sub>信号影(图2A,白色箭头),边缘见低信号包膜,DWI低信号(图2B),增强扫描未见明显强化(图2C),肝特异期未见明显造影剂摄取呈低信号(图2D)。图2E(CT平扫)、图2F(CT动脉期):半年后CT随访结果提示TACE术后病灶碘油沉积良好,未见病灶明显增大及动脉期强化

Fig.2 Images of a 64-year-old female patient. MR showed a 3.1 cm×2.7 cm well-defined lesion with hypointense capsule (Fig.2A, white arrow) in the S5 of liver, hyperintense on T<sub>1</sub>WI and hypointense on DWI (Fig.2B), no obvious enhancement in the enhanced scan (Fig.2C), and no hypointense of contrast agent uptake in liver-specific phase (Fig.2D). Fig.2E (CT plain scan) and Fig.2F (CT arterial phase) showed that CT scan obtained at her 6-month follow-up displayed iodine oil well-deposited in lesions after TACE, and no obvious enlargement or arterial enhancement was observed in the lesion

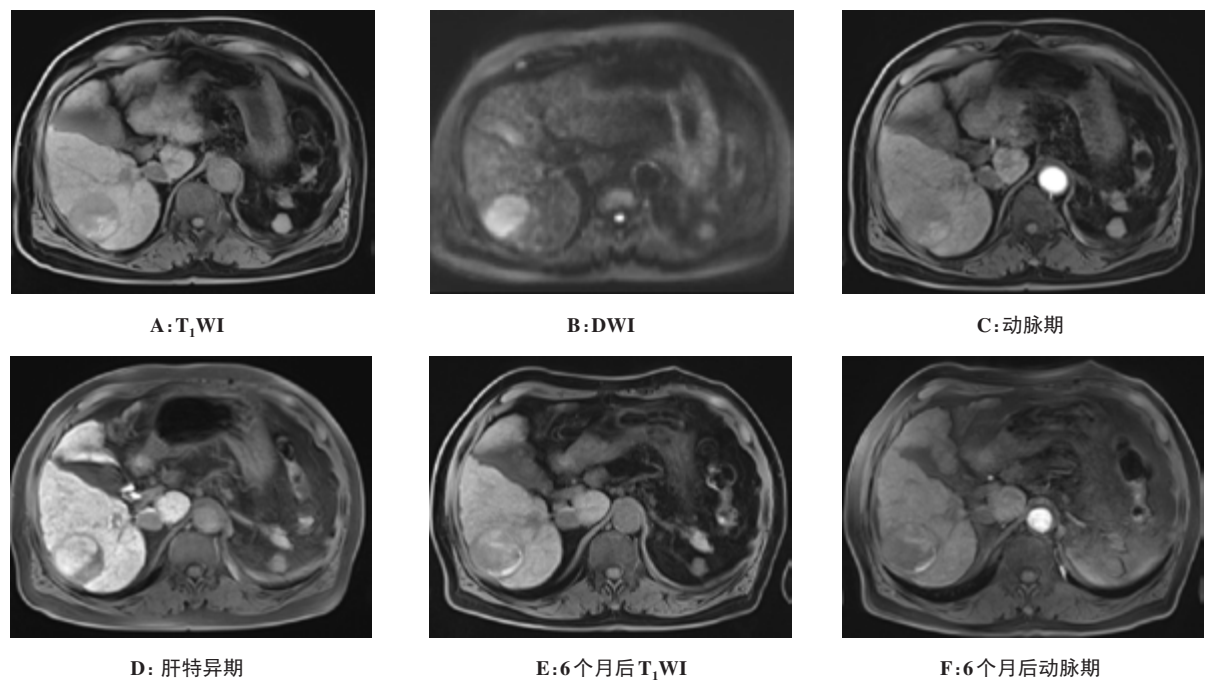


图3 患者男,45岁,肝S6见4.2 cm×4.6 cm的混杂信号影,后缘见片状以短T<sub>1</sub>信号影(图3A),DWI低信号(图3B),增强动脉期斑片状强化(图3C),肝特异期未见造影剂摄取呈低信号(图3D)。6个月后随访:图3E(T<sub>1</sub>WI)和3F(动脉期),肝S6内见斑片状短T<sub>1</sub>信号影较前增大,增强扫描动脉期不均匀强化,最终诊断为存活病灶

Fig.3 Images of 45-year-old male patient. A mixed signal lesion of 4.2 cm×4.6 cm was found in the S6 of liver. On the posterior of the lesion, there was an irregular and patchy lesion with hyperintense on T<sub>1</sub>WI (Fig. 3A) and hypointense on DWI (Fig. 3B), and patchy enhancement in arterial phase (Fig. 3C); but no hypointense of contrast agent uptake was displayed in liver-specific phase (Fig. 3D). Images of Fig. 3E (T<sub>1</sub>WI), Fig. 3F (arterial phase) revealed that at his 6-month follow-up, there were patchy lesion with larger hyperintense on T<sub>1</sub>WI and nonuniform enhancements in arterial phase. It was eventually diagnosed as residual lesion

表3 影像学征象基线资料及诊断价值的单因素分析  
Tab.3 Univariate analysis on baseline data and diagnostic value of imaging signs

影像学征象		数值[例(%)]	金标准诊断		$\chi^2$ 值	P值
			存活或转移(n=47)	坏死(n=82)		
T <sub>1</sub> WI信号	低	124(96.12)	45	79	0.03	0.87
	中/高	5(18.60)	2	3		
T <sub>2</sub> WI信号	高	97(74.42)	35	62	0.02	0.89
	低/中	32(25.58)	12	20		
形态	规则	52(40.31)	22	30	1.29	0.27
	不规则	77(59.69)	25	52		
包膜	有	64(49.61)	2	62	120.57	<0.001
	无	65(50.39)	45	20		
DWI信号	高	47(36.43)	43	4	96.77	<0.001
	等低	83(63.57)	4	78		
动脉期强化	强化	46(35.94)	42	4	92.94	<0.001
	未强化	82(64.06)	5	78		
肝特异期	低	119(92.25)	43	76	0.06	0.530
	中/高	10(7.75)	4	6		

化油栓塞HCC供血动脉,能破坏肿瘤细胞的细胞膜或诱导细胞发生凋亡,不仅导致肿瘤组织内细胞坏死崩解、数量减少、密度减低,还会因细胞间隙增宽从而在病理生理水平出现水分子的弥散运动速度加快、范围增宽,因此坏死灶由于弥散不受限在DWI图像上呈低信号,ADC值较高;而存活或复发HCC病灶由于正常肝细胞被癌细胞取代,癌细胞密度高、水分子运动扩散受限,故在DWI呈高信号、ADC值为低信号<sup>[14-16]</sup>。本研究结果提示存活或复发DWI多为高信号,坏死灶多为低信号,而且DWI对诊断存活或复发灶具有较高的敏感度、特异度。但本研究中存在4例假阳性、假阴性结果,笔者认为与以下因素相关:(1)DWI图像分辨率较低造成小病灶检出较困难;(2)DWI信号受到磁场不均匀和T<sub>2</sub>穿透效应的影响,易产生伪影及图像变形<sup>[17-18]</sup>;(3)TACE术后瘤周的炎症反应也会造成假阳性结果<sup>[6]</sup>;(4)囊肿、血管瘤、高级别发育不良结节也会导致误诊<sup>[19-20]</sup>。但本研究中ADC值鉴别TACE术后HCC存活或复发较DWI成像特异度高,提示通过测量ADC值能减少假阳性率,这可能与ADC值不受T<sub>2</sub>穿透效应的影响有关<sup>[21]</sup>。但ADC值的敏感度低于DWI,这主要与部分存活或复发灶直径较小而导致ROI包含部分正常肝组织从

而出现ADC值失真有关。通过Gd-EOB-DTPA增强MRI和DWI联合成像对TACE术后随访结果研究发现,除1例直径0.5 cm的较小存活灶因周围炎症反应漏诊外,其余46例存活或复发灶均明确诊断,提示Gd-EOB-DTPA增强MRI和DWI联合成像可以优势互补,能作为临床诊断TACE术后存活或复发的“金标准”。

虽然本研究在国内外较先应用Gd-EOB-DTPA增强MRI和DWI联合成像评估TACE术后HCC存活或复发病灶的诊断价值、影像学征象预测病灶存活或复发的效能,但也存在以下不足:(1)由于Gd-EOB-DTPA增强MRI检查费用较高、患者具有其他影像学资料(如超声、CT),因此未在TACE术前进行Gd-EOB-DTPA增强MRI检查和DWI检查,无法对比分析TACE术前术后ADC值变化;(2)研究中部分缺乏病理学依据。

综上所述,Gd-EOB-DTPA增强MRI较DWI诊断TACE术后HCC存活或复发病灶的价值高,但两者联合能提高诊断价值,TACE术后病灶无包膜、DWI高信号、动脉期增强表现有助于预测TACE术后病灶存活或复发、坏死。



## 【参考文献】

- [1] 中国医师协会介入医师分会. 中国肝细胞癌经动脉化疗栓塞治疗(TACE)临床实践指南[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(47): 3811-3819. Chinese College of Interventionalists. Chinese clinical practice guidelines for transarterial chemoembolization of hepatocellular carcinoma[J]. National Medical Journal of China, 2018, 98(47): 3811-3819.
- [2] ZHANG D Z, WEI X D, WANG X P. Comparison of hepatic resection and transarterial chemoembolization for solitary hepatocellular carcinoma[J]. World J Gastroenterol, 2015, 21(15): 4635-4643.
- [3] 周伟平, 杨远. 提高原发性肝癌的规范化诊断水平[J]. 中华消化外科杂志, 2018, 17(5): 430-432. ZHOU W P, YANG Y. Improving the standardized diagnosis level for primary liver cancer[J]. Chinese Journal of Digestive Surgery, 2018, 17(5): 430-432.
- [4] MANIG L, KASMANN L, JANSSEN S, et al. Simplified comorbidity score and eastern cooperative oncology group performance score predicts survival in patients receiving organ-preserving treatment for bladder cancer[J]. Anticancer Res, 2017, 37(5): 2693-2696.
- [5] 刘嵘, 王建华, 周康荣, 等. 原发性肝癌碘油栓塞后磁共振成像表现与病理的对照研究[J]. 中华肝脏病杂志, 2005, 13(10): 754-758. LIU R, WANG J H, ZHOU K R, et al. A comparative study of MRI manifestations and pathological changes in hepatocellular carcinoma treated by transcatheter arterial chemoembolization with lipiodol[J]. Chinese Journal of Hepatology, 2005, 13(10): 754-758.
- [6] LEITAO H S, DOBLAA S, GARTEISER P, et al. Hepatic fibrosis, inflammation, and steatosis: influence on the MR viscoelastic and diffusion parameters in patients with chronic liver disease [J]. Radiology, 2017, 283(1): 98-107.
- [7] NAJMI VARZANEH F, PANDEY A, ALIYARI GHASABEH M, et al. Prediction of post-TACE necrosis of hepatocellular carcinoma using volumetric enhancement on MRI and volumetric oil deposition on CT, with pathological correlation[J]. Eur Radiol, 2018, 28(7): 3032-3040.
- [8] OZKAVUKCU E, HALILOGLU N, ERDEN A. Post-treatment MRI findings of hepatocellular carcinoma[J]. Diag Interv Radiol, 2009, 15(2): 111-120.
- [9] 方世记, 高瑞杰, 郑丽云, 等.  $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入在肝动脉化疗栓塞序贯射频消融治疗包膜下肝癌的临床价值[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(47): 3853-3857. FANG S J, GAO R J, ZHENG L Y, et al. Clinical value of  $^{125}\text{I}$  radioactive seed implantation plus transcatheter arterial chemoembolization combined with radiofrequency ablation in treating patient with sub-capsular hepatocellular carcinoma [J]. National Medical Journal of China, 2018, 98(47): 3853-3857.
- [10] WU J J, CHAO M, ZHANG G Q, et al. Pulmonary and cerebral lipiodol embolism after transcatheter arterial chemoembolization in hepatocellular carcinoma [J]. World J Gastroenterol, 2009, 15(5): 633-635.
- [11] LEITAO H S, DOBLAS S, GARTEISER P, et al. Hepatic fibrosis, inflammation, and steatosis: influence on the MR viscoelastic and diffusion parameters in patients with chronic liver disease [J]. Radiology, 2017, 283(1): 98-107.
- [12] CHOI B I, LEE K H, HAN J K, et al. Hepatic arterioportal shunts: dynamic CT and MR features[J]. Korean J Radiol, 2002, 3(1): 1-15.
- [13] 杨联, 张超超, 李德卫, 等. 肝细胞肝癌在钆塞酸二钠增强MRI中肝胆期信号表现与预后的关系[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2018, 25(6): 708-713. YANG L, ZHANG C C, LI D W, et al. Relationship between signal heterogeneity on hepatobiliary phase of Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI and prognosis of hepatocellular carcinoma[J]. Chinese Journal of Bases and Clinics in General Surgery, 2018, 25(6): 708-713.
- [14] WU X M, WANG J F, JI J S, et al. Evaluation of efficacy of transcatheter arterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma using magnetic resonance diffusion weighted imaging [J]. Onco Targets Ther, 2017, 10: 1637-1643.
- [15] LABEUR T A, RUNGE J H, KLOMPENHOUWER E G, et al. Diffusion-weighted imaging of hepatocellular carcinoma before and after transarterial chemoembolization: role in survival prediction and response evaluation [J]. Abdom Radiol, 2019, 44: 2740-2750.
- [16] LIU Z, FAN J M, HE C, et al. Utility of diffusion weighted imaging with the quantitative apparent diffusion coefficient in diagnosing residual or recurrent hepatocellular carcinoma after transarterial chemoembolization: a meta-analysis[J]. Cancer Imaging, 2020, 20: 3.
- [17] 高回青, 郁义星, 胡春洪, 等. 弥散加权成像联合普美显磁共振成像在肝癌TACE术后疗效评估中的应用[J]. 介入放射学杂志, 2016, 25(9): 774-778. GAO H Q, YU Y X, HU C H, et al. The application of diffusion weighted imaging combined with Gd-EOB-DTPA MRI in evaluating the curative efficacy of TACE for hepatocellular carcinoma [J]. Journal of Interventional Radiology, 2016, 25(9): 774-778.
- [18] 丁芳, 顾红梅, 葛涌浅. 磁共振DWI及R2\*成像对小肝癌与硬化结节的鉴别诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(12): 1844-1847. DING F, GU H M, GE Y Q. The value of magnetic resonance DWI and R2\* imaging in differential diagnosis of small hepatocellular carcinoma and cirrhotic nodules[J]. Journal of Clinical Radiology, 2018, 37(12): 1844-1847.
- [19] CHAPIRO J, WOOD L D, LIN M, et al. Radiologic-pathologic analysis of contrast-enhanced and diffusion-weighted MR imaging in patients with HCC after TACE: diagnostic accuracy of 3D quantitative image analysis[J]. Radiology, 2014, 273(3): 746-758.
- [20] WU L F, RAO S X, XU P J, et al. Pre-TACE kurtosis of ADC total derived from histogram analysis for diffusion-weighted imaging is the best independent predictor of prognosis in hepatocellular carcinoma [J]. Eur Radiol, 2019, 29(1): 213-223.
- [21] DURAN R, RNOT M, KERBAOL A, et al. Hepatic hemangiomas: factors associated with T<sub>2</sub> shine-through effect on diffusion-weighted MR sequences[J]. Eur J Radiol, 2014, 83(3): 468-478.

(编辑:陈丽霞)