

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2022.01.002
文章编号: 1005-8982 (2022) 01-0006-07

超声专题·论著

超声造影LI-RADS分类在肝细胞癌 诊断及鉴别诊断中的应用价值

尚婧莹¹, 何秀丽², 郭玲玲²

(1. 锦州医科大学医学院, 辽宁 锦州 121010; 2. 锦州医科大学附属第一医院 超声科, 辽宁 锦州 121011)

摘要: 目的 评估美国放射协会的超声造影肝脏影像报告与数据系统(LI-RADS)分类标准在肝细胞癌(HCC)诊断及鉴别诊断中的临床价值。**方法** 选取2018年1月—2019年12月于锦州医科大学附属第一医院就诊的具有HCC高危风险的肝脏局灶性病变患者163例, 回顾性分析所有患者的超声造影图像, 并依据超声造影LI-RADS标准进行分类。以病理组织学诊断为金标准, 计算该分类标准诊断HCC的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值(PPV)及阴性预测值(NPV), 以此绘制受试者工作特征(ROC)曲线并计算曲线下面积(AUC)。**结果** 163例患者共192个结节, 经病理证实HCC145个(75.5%), 肝内胆管细胞癌(ICC)10个(5.2%), 混合型肝癌4个(2.1%), 转移瘤2个(1.0%), 良性病灶31个(16.1%)。超声造影LI-RADS分类结果为: LR-3类17个(8.9%), LR-4类33个(17.2%), LR-5类120个(62.5%), LR-M类22个(11.5%); 各分类中HCC的PPV分别为17.6%(3/17)、51.5%(17/33)、98.3%(118/120)和31.8%(7/22)。LR-5类诊断HCC的敏感性、特异性和PPV分别为81.4%、95.7%和98.3%; LR-4类联合LR-5类的敏感性、特异性和PPV为93.1%、61.7%和88.2%, AUC分别为0.886(95% CI: 0.836, 0.937)和0.782(95% CI: 0.696, 0.868), 差异有统计学意义($P < 0.05$)。LR-M中95.5%(21/22)的病灶为恶性病灶, 其中HCC占31.8%(7/22), 非HCC恶性病灶为63.6%(14/22); 全部ICC均被正确划分至LR-M类。LR-3类中大部分(75.0%)为良性病灶。**结论** 美国放射协会的超声造影LI-RADS分类标准对HCC的诊断及鉴别诊断具有较高的应用价值, 对HCC高危患者具有较好的风险预测价值, 推荐在临床实践中应用。

关键词: 肝细胞癌; 超声造影; 肝脏影像报告和数据系统

中图分类号: R735.7

文献标识码: A

Application value of contrast-enhanced ultrasound LI-RADS classification in diagnosis and differential diagnosis of hepatocellular carcinoma

Jing-ying Shang¹, Xiu-li He², Ling-ling Guo²

(1. School of Medicine, Jinzhou Medical University, Jinzhou, Liaoning 121001, China; 2. Department of Ultrasound, The First Affiliated Hospital of Jinzhou Medical University, Jinzhou, Liaoning 121011, China)

Abstract: Objective To evaluate the clinical value of the American College Radiology Liver Imaging Report and Data System (LI-RADS) classification criteria with contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis and differential diagnosis of hepatocellular carcinoma (HCC). **Methods** From January 2018 to December 2019, A total of 163 patients (192 lesions) with focal liver lesion who had high risk of HCC and were diagnosed in the First Affiliated Hospital of Jinzhou Medical University were selected. Retrospective analysis of the contrast-enhanced

收稿日期: 2021-05-06

[通信作者] 何秀丽, E-mail: hexiuli69737@sina.com; Tel: 0416-4197026

ultrasound images of all patients was performed, and all lesions were classified according to ACR CEUS LI-RADS standard, using histopathological diagnosis as the gold standard. The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) of CEUS LR-RADS classification criteria in the diagnosis of hepatocellular carcinoma were calculated. The ROC curve was constructed and the area under the curve was calculated. **Results** A total of 192 nodules was found in 163 patients, including 145 case of HCC (75.5%), 10 case of ICC (5.2%), 4 case of HCC-ICC (2.1%), 2 case of metastatic tumors (1.0%), and 31 case of benign lesions (16.1%), and all lesions were confirmed by pathology. The CEUS LI-RADS classification results showed: 17 cases were LR-3 classification (8.9%), 33 cases were LR-4 classification (17.2%), 120 cases were LR-5 classification (62.5%), and 22 cases were LR-M classification (11.5%). The PPV of HCC in each category were 17.6% (3/17), 51.5% (17/33), 98.3% (118/120), and 31.8% (7/22), respectively. The sensitivity, specificity and PPV of LR-5 in the diagnosis of HCC were 81.4%, 95.7%, and 98.3%, respectively. With the combination of LR-4 and LR-5, the sensitivity, specificity, and PPV were 93.1%, 61.7% and 88.2%, respectively; the AUC were 0.886 (95% CI: 0.836, 0.937) and 0.782 (95% CI: 0.696, 0.868), with statistically significant differences ($P < 0.05$). In LR-M, 95.5% (21/22) of the lesions were malignant, of which 31.8% (7/22) were HCC and 63.6% (14/22) were non-HCC malignant lesions. All HCC are correctly classified as LR-M. Most (75%) of LR-3 were benign lesions. **Conclusions** American College Radiology contrast-enhanced ultrasound LI-RADS has high application value in the diagnosis and differential diagnosis of HCC, and excellent risk prediction value for patients with high risk of HCC. It can be recommended for clinical practice.

Keywords: hepatocellular carcinoma; contrast-enhanced ultrasound; liver imaging reporting and data system

肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, HCC)是世界第四大常见癌症,在癌症致死率中位居第二^[1],对人们身体健康造成了极大的危害。早期发现和早期治疗对肝癌高危人群尤为重要。美国肝病研究协会(AASLD)的实践指南建议对具有HCC高危风险的人群定期进行常规影像学监测^[2],既往临床较常用的影像监测方法有超声、CT和MRI^[3]。近年来,超声造影技术在肝脏疾病中的应用日益广泛,现已被欧洲和亚洲的一些国家和国际专业协会推荐为HCC的一线诊断方法^[4-6]。为促进超声造影检查更加标准化、报告更加规范化,2016年6月美国放射学院针对具有HCC高危风险的人群首次提出了超声造影肝脏影像报告与数据系统(liver imaging reporting and data system, LI-RADS),本研究旨在对其临床应用价值进行探讨和评价。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取2018年1月—2019年12月于锦州医科大学附属第一医院超声科行超声造影检查且具有HCC高危风险的肝脏局灶性病变患者163例作为研究对象。纳入标准:①具有HCC高危风险的肝脏局灶性病变患者(如肝硬化、慢性乙型肝炎患者或乙型肝炎病毒携带者,有HCC家族史或既往有

HCC病史者等);②二维超声可清晰显示肝内实性结节者;③有明确病理诊断结果者(术后病理或穿刺活检);④目标病灶未给予过任何治疗者(手术切除、介入或射频消融治疗等)。排除标准:①先天性或血管因素导致肝硬化者(如布加综合征、淤血肝等);②无病理诊断或诊断不明确者;③超声造影图像资料不完全或不清晰者;④LR-1、LR-2类病灶难以获得病理诊断,因此不纳入本研究。

1.2 检查方法

采用德国西门子ACUSON OXANA2超声诊断仪,配备超声造影成像软件。探头型号C1-6,频率2.0~5.0 MHz,低机械指数。造影剂为声诺维(意大利Bracco公司),使用前抽取5 mL生理盐水注入造影剂瓶中,震荡摇匀待用。患者平卧或左侧卧位,行常规超声扫查评估整个肝脏情况,观察目标病灶的位置、大小、形态、回声、血流等情况,选取一个能够完整、清晰显示目标病灶及适量邻近组织的最佳切面,将探头置于相应位置并切换为造影模式,抽取2.0 mL造影剂弹丸式注入肘正中静脉,随后立即推入5 mL生理盐水冲管,同时打开计时器开始造影检查。依据《肝脏超声造影临床应用指南(2012)》将造影过程分为肝动脉期(0~30 s)、门静脉期(31~120 s)和延迟期(121 s~造影结束)。实时观察肝脏及目标病灶造影情况,

并将检查进行全程记录和存储。

1.3 图像分析

由本科室 2 位具有 5 年以上肝脏超声造影诊断经验的医师(主任医师及主治医师各 1 位)联合进行图像分析及评估分类,2 位观察者对所有患者的临床诊断及检查结果均不知情;对于分类不一致的病例,最终结果通过一致协商获得。

1.4 超声造影 LI-RADS 分类方法

参照 2017 版超声造影 LI-RADS 分类标准,将入选病灶分为 LR-3 类:中度可疑 HCC;LR-4 类:HCC 可能性大但不能确诊;LR-5 类:明确为 HCC;LR-M 类:可能或明确的非 HCC 恶性病灶。见表 1。

1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 23.0 和 Medcalc 15.6 统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,计数资料以构成比或率(%)表示,绘制受试者工作特征(ROC)曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料

根据标准共选取 163 例患者(192 个结节)。其中,男性 129 例(79.1%),女性 34 例(20.9%);年龄 25 ~ 87 岁,平均(55.7 ± 11.9)岁;结节大小 0.8 ~ 13.3 cm,平均(4.4 ± 2.6)cm,位于肝左叶 62 个(32.3%),肝右叶 130 个(67.7%);143 个(74.5%)呈低回声,49 个(25.5%)呈偏高回声。

2.2 超声造影 LI-RADS 分类情况及病理诊断结果

根据超声造影 LI-RADS 分类标准进行分类:LR-3 类 17 个(8.9%),LR-4 类 33 个(17.2%),LR-5 类 120 个(62.5%),LR-M 类 22 个(11.5%)(见表 2)。

表 1 超声造影 LI-RADS 分类标准

分类	动脉期增强模式	造影剂廓清时间及程度
LR-5	≥ 1 cm 高增强	晚期廓清及轻度廓清
LR-4	≥ 2 cm 无动脉相高增强	晚期廓清及轻度廓清
	≥ 1 cm 高增强	晚期廓清及轻度廓清
	< 1 cm 高增强	无任何廓清
LR-3	≥ 2 cm 无动脉相高增强	无任何廓清
	< 1 cm 高增强	无任何廓清
	< 2 cm 无动脉相高增强	无任何廓清或晚期轻度廓清
LR-M	任意大小 环状增强	任意程度廓清
	任意大小 高增强	早期廓清和/或显著廓清

注:高增强指注射造影剂后病灶内造影剂明显填充使病灶强化程度高于周围肝实质(非环状或周边不连续的结节状强化)。廓清时间指注射造影剂后观察到病灶内造影剂相对于周围肝实质开始消退的时间。早期廓清指造影剂开始消退时间 < 60 s。晚期廓清指造影剂开始消退时间 ≥ 60 s。廓清程度指门静脉及延迟期病灶与正常肝实质内造影剂消退程度的比较。显著廓清指病灶内造影剂完全消退,与周围肝实质比较,病灶区呈“凿孔样”或“黑洞样”改变。轻度廓清指病灶内造影剂部分消退,强化程度低于周围肝实质,但其内仍有部分造影剂未完全消退。

各分类中病灶的典型超声造影表现见图 1。各分类中病灶的 CEUS 造影模式及相应的 HCC 发生率见表 3。

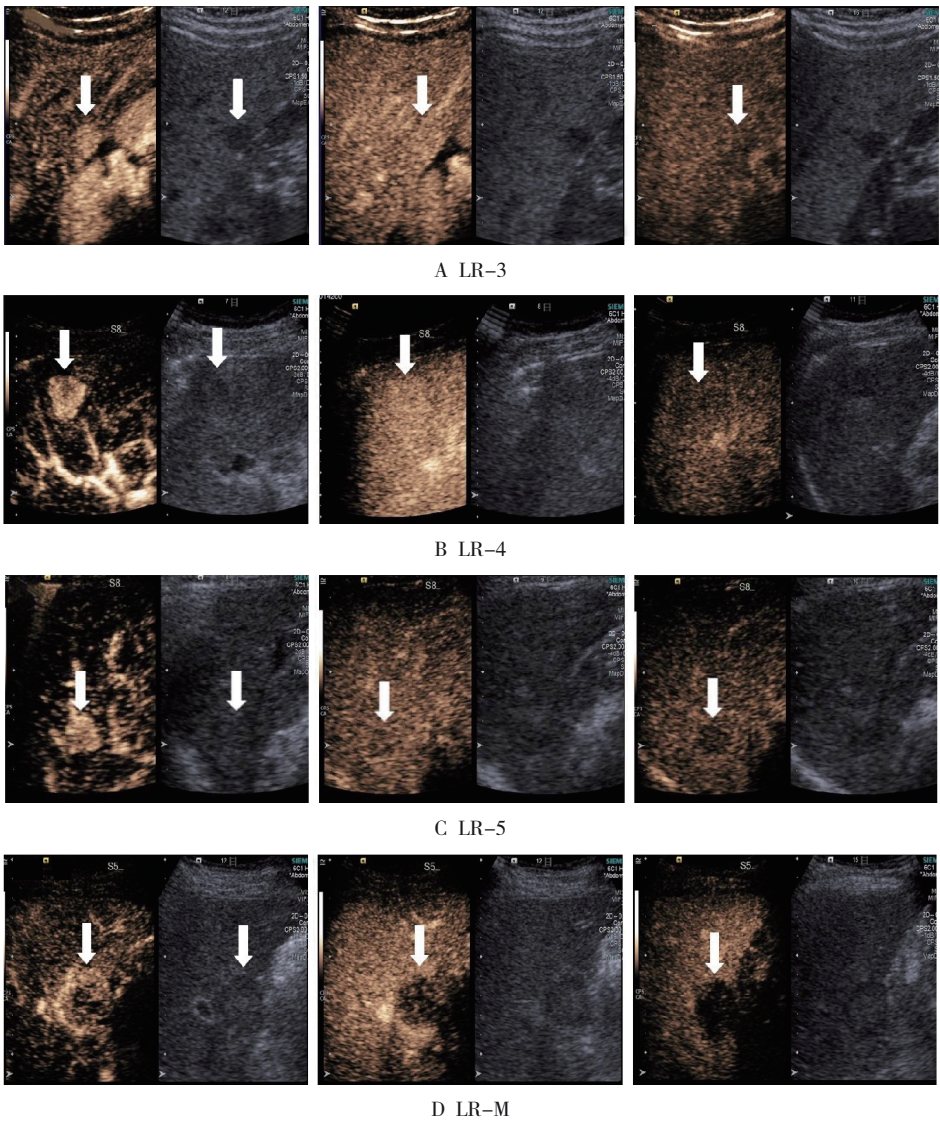
2.3 超声造影 LI-RADS 分类标准对 HCC 的诊断效能

分别将 LR-5 及 LR-4+LR-5 作为诊断 HCC 的阳性标准,计算两个亚组的敏感性、特异性、准确性、PPV、NPV。对 LR-5 和 LR-4+LR-5 两个亚组的各项诊断效能进行真实性评价(见表 4),以此绘制相应的 ROC 曲线并计算曲线下面积(AUC)(见图 2)。

表 2 超声造影 LI-RADS 分类情况、病理结果及各分类中 HCC 的 PPV、NPV

分类	病灶总数/个	HCC/个	非 HCC 恶性病灶/个			良性病灶/个						PPV/%	NPV/%
			ICC	HCC-ICC	转移瘤	LDGN	HDGN	RN	HA	FNH	脓肿		
LR-3	17	3	0	0	0	1	2	5	4	2	0	17.6	82.4
LR-4	33	17	0	1	0	5	5	4	1	0	0	51.5	48.5
LR-5	120	118	0	1	0	1	0	0	0	0	0	98.3	1.70
LR-M	22	7	10	2	2	0	0	0	0	0	1	31.8	68.2
合计	192	145		16				31				-	-

注:HCC 为肝细胞癌;ICC 为肝内胆管细胞癌;HCC-ICC 为肝细胞癌-肝内胆管细胞癌混合型;LDGN 为低级不典型增生结节;HDGN 为高级不典型增生结节;RN 为肝硬化再生结节;HA 为血管瘤;FNH 为局灶结节样增生;PPV 为阳性预测值;NPV 为阴性预测值。



A: 肝S6段低回声结节,大小0.9 cm×0.8 cm,肝动脉期稍高增强,门静脉期及延迟期均为等增强,病理诊断为高级不典型增生结节; B: 肝S8段稍低回声结节,大小约1.9 cm×1.7 cm,肝动脉期呈高增强,门静脉期及延迟期等增强,病理诊断为中-高分化HCC。C: S8段稍低回声结节,大小2.2 cm×1.4 cm,肝动脉期高增强,门静脉期呈等增强,延迟期呈低增强,病理结果为中分化HCC。D: 肝S5段稍低回声结节,大小2.8 cm×2.7 cm,肝动脉期呈周边环状快速高增强,门静脉早期开始消退呈稍低增强,门静脉晚期至延迟期呈低-无增强,病理结果为低分化ICC。

图1 各分类病灶典型超声造影图像

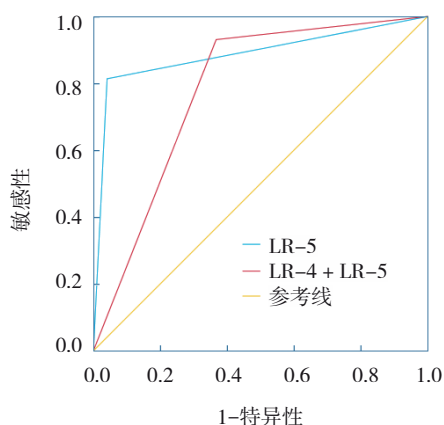
表3 各分类中HCC病灶的CEUS增强、廓清模式及HCC所占比例 %

分类	结节大小	肝动脉期强化方式及廓清方式							
		肝动脉期等/低增强		肝动脉期整体/部分高增强					肝动脉期环状增强
		无廓清	晚期/轻度廓清	无廓清	晚期/轻度廓清	晚期/显著廓清	早期/轻度廓清	早期/显著廓清	任意程度廓清
LR-5	≥ 1 cm	98.3(118/120)							
LR-4	≥ 2 cm	40.0(2/5)							
	≥ 1 cm	50.0(1/2)							
	< 1 cm	53.8(14/26)							
LR-3	≥ 2 cm	16.7(1/6)							
	< 1 cm								
	< 2 cm	20.0(1/5)	20.0(1/5)						
LR-M	任意大小				20.0(1/5)	50.0(2/4)	25.0(1/4)	25.0(3/12)	

表 4 LR-5 和 LR-4+LR-5 两个亚组的 HCC 诊断效能比较

LR 分类	敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI		阳性预测值	95% CI	
		下限	上限		下限	上限		下限	上限
LR-5	81.4	0.739	0.871	95.7	0.843	0.993	98.3	93.5	99.7
LR-4 + LR-5	93.1	0.872	0.965	61.7	0.463	0.751	88.2	81.8	92.7

LR 分类	阴性预测值	95% CI		准确性/%	95% CI		AUC	95% CI	
		下限	上限		下限	上限		下限	上限
LR-5	62.5	50.2	73.4	84.9	0.798	0.900	0.886	0.836	0.937
LR-4 + LR-5	74.4	57.6	86.4	85.4	0.804	0.904	0.782	0.696	0.868



蓝色线表示将 LR-5 类病灶定为 HCC 阳性,其余病灶为阴性;
红色线表示将 LR-4+LR-5 类病灶定为 HCC 阳性,其余病灶为阴性。

图 2 LI-RADS 诊断 HCC 的 ROC 曲线图

3 讨论

肝癌分原发和继发性两大类,原发性肝癌主要包括 HCC、ICC 和 HCC-ICC,其中以 HCC 最为常见,在原发性肝癌中所占比例在 85% 以上^[7]。超声造影可实时、清晰地显示肝脏病灶内部微循环灌注状态及微血管分布情况,对 HCC 的诊断及鉴别诊断具有很高的临床价值^[8]。美国放射学会的超声造影 LI-RADS 分类标准是针对 HCC 高危的肝脏局灶性病变患者超声造影检查的标准化报告系统,该标准依据结节最大径线、各期强化特点、造影剂开始填充时间,以及廓清时间、程度、方式等超声造影表现,将病灶划分为 LR-1~LR-5、LR-M 及 LR-TIV (明确静脉瘤栓)等几大类,旨在将超声造影的诊断准确性与 LI-RADS 的标准化相结合,从而进一步提高诊断效能,该标准目前仍在不断更新及验证中,2017 年在原标准基础上增加了超声造影检查后对各类病灶的处理意见和建议等^[9]。

HCC 的发生大多经历“肝硬化再生结节—不

典型增生结节—肝癌”的过程^[10-11],在此过程中,病灶的血供由门静脉为主逐渐演变为肝动脉为主,同时肿瘤细胞不断分泌促血管生成因子,使瘤内血管快速增生、通透性增大且常伴动静脉瘘形成,因此 HCC 多在肝动脉期呈快速高增强,之后造影剂快速消退呈“快进快出”的增强模式^[12-14]。本研究 81.4% (118/145) 的 HCC 呈这种典型表现,被正确划分至 LR-5 类。LR-5 类指超声造影可明确诊断为 HCC 的病灶,其目标是对 HCC 诊断的阳性预测值和特异性接近 100%。TERZI 等^[15]报道 LR-5 类具有较高的阳性预测值 (98.5%) 及特异性 (99.0%),且无 ICC 被误诊的风险,本研究中其阳性预测值及特异性分别为 98.3% 和 95.7%,与之相近。LR-5 类中仅有 2 例被误诊,1 例 HCC-ICC 和 1 例 LDGN,无 ICC 被误诊。LR-4 类为高度怀疑但不能完全确定为 HCC 的病灶,既往文献报道 LR-4 类的阳性预测值在 80% 以上^[15],而本研究中仅为 51.5% (17/33),主要由于本研究此类中大部分病灶为不典型增生结节及再生结节,但 HCC 的发展是多步骤的过程,两者均是 HCC 形成的前体,尤其不典型增生结节被视为 HCC 的癌前病变,文献报道其癌变率高达 99%^[16],若将其视为阳性,则本研究中 LR-4 类的阳性预测值升至 81.8%,因此在临床工作中,不能对 LR-4 类病灶放松警惕,需建议患者密切随访或进一步检查。SCHELLHAAS^[17]的研究曾报道将 LR-4+LR-5 类作为 HCC 的阳性诊断标准可提供较好的诊断效能,但本研究结果表明将 LR-5 类定为 HCC 阳性标准,其余病灶定为阴性,虽敏感性降低,但可提供较高的阳性预测值和特异性,明显降低了其他病灶被误诊为 HCC 的风险,并能够避免 ICC 被误诊为 HCC 的可能,可提供更好的诊断效能,

两者的AUC分别为0.886(LR-5)、0.782(LR-4+5)。LR-3类为中度怀疑HCC的病灶,既往不同文献显示LR-3类中HCC的阳性预测值有很大差别,TERZI等^[15]多中心研究中报道为47.0%,而吴晓贝等^[18]报道的为16.9%,本研究为17.6%,仅有3例为HCC,其余病灶均为良性。目前关于LR-3类诊断HCC准确率的文献报道较少,其确切诊断价值有待进一步验证。LR-3~LR-5类的阳性预测值逐步升高,说明HCC的患病风险也呈逐步升高趋势,这与LR分类所预期的结果相符。

HCC和ICC均为肝脏恶性肿瘤,但二者的生物学行为及预后均不同,因此准确鉴别二者对指导临床治疗有重要意义^[19]。ICC恶性度较高,超声造影多表现为动脉期周边环状或结节状高增强伴早期迅速廓清,与HCC相比其廓清时间更短、程度更显著。研究报道ICC外周主要由富血供的肿瘤细胞和间质血管组成,而中央主要为乏血供的纤维坏死组织构成,因此常呈周边环状增强^[20-21]。此外ICC发生于肝内胆管上皮细胞,其滋养血管主要为肝动脉,而HCC发生于肝细胞,其供养血管除肝动脉外还有少量门静脉,致使ICC比HCC造影剂廓清更快且更显著^[22]。本研究中10例ICC均被正确划分至LR-M类。LR-M类指可能或明确的非HCC恶性病灶,本研究此类中63.6%(14/22)为非HCC恶性病灶,另有31.8%(7/22)为HCC;吴晓贝等^[18]报道LR-M中65.0%为非HCC恶性病灶,30.0%为HCC,3例ICC被误诊为HCC,表明LR-M对HCC与非HCC恶性病灶间的准确鉴别仍存在一定挑战。通过LI-RADS分类标准可将大部分HCC及ICC正确归类,但仍有部分病灶由于超声造影表现不典型而被误诊。此类中另有1例肝脓肿良性病变,因动脉期呈环状高增强被误认为恶性,说明LR-M类中仍存在良、恶性病变间以及HCC与非HCC恶性病变间的病理交叉,病理活检在LR-M类中仍是必要的。

本研究还包括4例HCC-ICC,其中2例被正确划分至LR-M类,另外2例因动脉期高增强且廓清时间>60s、动脉期等至低增强伴晚期轻度廓清分别被划分至LR-5和LR-4类。LI-RADS分类对HCC与HCC-ICC的鉴别诊断价值尚不明确,2019年尹珊珊等^[23]曾对此进行初步研究,认为HCC-ICC是一种同时具有肝细胞及胆管细胞分化特征的原发

性肝癌,肝细胞为主导型超声造影主要呈整体不均匀强化,胆管细胞为主导型超声造影主要呈环状不规则强化,部分病灶LI-RADS分类有被判断为HCC的可能,需结合其他征象综合判断。

综上所述,超声造影LI-RADS分类标准对HCC的诊断及鉴别诊断具有较高的临床价值,对HCC高危的肝脏局灶性病变患者具有较好的风险预测价值。LR-5类对HCC具有较高的阳性预测值及特异性,能够明显降低其他病灶误诊为HCC的风险;LR-4类的HCC阳性预测值虽然较低,但其发展为HCC的风险较高,需密切随诊;LR-3类以良性病灶居多;LR-M对HCC与非HCC恶性病灶具有一定的鉴别诊断价值,但仍存在挑战,不能取代病理诊断。

参考文献:

- [1] TORRE L A, BRAY F, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics, 2012[J]. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 2015, 65(2): 87-108.
- [2] HEIMBACH J K, KULIK L M, FINN R S, et al. AASLD guidelines for the treatment of hepatocellular carcinoma[J]. Hepatology, 2018, 67(1): 358-380.
- [3] KIELAR A Z, ELSAYES K M, CHERNYAK V, et al. LI-RADS version 2018: What is new and what does this mean to my radiology reports[J]. Abdominal radiology (New York), 2019, 44(1): 41-42.
- [4] OMATA M, LESMANA L A, TATEISHI R, et al. Asian pacific association for the study of the liver consensus recommendations on hepatocellular carcinoma[J]. Hepatology International, 2010, 4(2): 439-474.
- [5] KOKUDO N, HASEGAWA K, AKAHANE M, et al. Evidence-based Clinical Practice Guidelines for Hepatocellular Carcinoma: The Japan Society of Hepatology 2013 update (3rd JSH-HCC Guidelines)[J]. Hepatology Research: the Official Journal of the Japan Society of Hepatology, 2015, 45(2): 238-246.
- [6] European Association for the Study of the Liver, European Organisation for Research and Treatment of Cancer. EASL-EORTC clinical practice guidelines: management of hepatocellular carcinoma[J]. Journal of Hepatology, 2012, 56(4): 908-943.
- [7] ASRANI S K, DEVARBHAVI H, EATON J, et al. Burden of liver diseases in the world[J]. Journal of Hepatology, 2019, 70(1): 151-171.
- [8] MARUYAMA H, TAKAHASHI M, ISHIBASHI H, et al. Contrast-enhanced ultrasound for characterisation of hepatic lesions appearing non-hypervascular on CT in chronic liver diseases[J]. The British Journal of Radiology, 2012, 85(1012): 351-357.

- [9] LYSHCHIK A, KONO Y, DIETRICH C F, et al. Contrast-enhanced ultrasound of the liver: technical and lexicon recommendations from the ACR CEUS LI-RADS working group[J]. *Abdominal Radiology*, 2018, 43(4): 861-879.
- [10] DUROT I, WILSON S R, WILLMANN J K. Contrast-enhanced ultrasound of malignant liver lesions[J]. *Abdominal Radiology*, 2018, 43(4): 819-847.
- [11] SHAH S, SHUKLA A, PAUNIPAGAR B. Radiological features of hepatocellular carcinoma[J]. *Journal of Clinical and Experimental Hepatology*, 2014, 4: S63-S66.
- [12] International Consensus Group for Hepatocellular Neoplasia. Pathologic diagnosis of early hepatocellular carcinoma: a report of the international consensus group for hepatocellular neoplasia[J]. *Hepatology*, 2009, 49(2): 658-664.
- [13] AERTS M, BENTEYN D, van VLIJBERGHE H, et al. Current status and perspectives of immune-based therapies for hepatocellular carcinoma[J]. *World Journal of Gastroenterology*, 2016, 22(1): 253-261.
- [14] CHOI B I, LEE J M, KIM T K, et al. Diagnosing borderline hepatic nodules in hepatocarcinogenesis: imaging performance[J]. *American Journal of Roentgenology*, 2015, 205(1): 10-21.
- [15] TERZI E, IAVARONE M, POMPILI M, et al. Contrast ultrasound LI-RADS LR-5 identifies hepatocellular carcinoma in cirrhosis in a multicenter retrospective study of 1 006 nodules[J]. *Journal of Hepatology*, 2018, 68(3): 485-492.
- [16] YANG D, LI R, ZHANG X H, et al. Perfusion characteristics of hepatocellular carcinoma at contrast-enhanced ultrasound: influence of the cellular differentiation, the tumor size and the underlying hepatic condition[J]. *Scientific reports*, 2018, 8(1): 4713.
- [17] SCHELLHAAS B, GÖRTZ RS, PFEIFER L, et al. Diagnostic accuracy of contrast-enhanced ultrasound for the differential diagnosis of hepatocellular carcinoma: ESCULAP versus CEUS-LI-RADS[J]. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 2017, 29(9): 1036-1044.
- [18] 吴晓贝, 罗鸿昌, 李开艳, 等. 超声造影 LI-RADS 分类在肝细胞癌诊断中的应用价值[J]. *中华超声影像学杂志*, 2018, 27(11): 936-941.
- [19] LIU G J, WANG W, LU M D, et al. Contrast-enhanced ultrasound for the characterization of hepatocellular carcinoma and intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. *Liver Cancer*, 2015, 4(4): 241-252.
- [20] WILDNER D, BERNATIK T, GREIS C, et al. CEUS in hepatocellular carcinoma and intrahepatic cholangiocellular carcinoma in 320 patients-early or late washout matters: a subanalysis of the DEGUM multicenter trial[J]. *Ultraschall in Der Medizin*, 2015, 36(2): 132-139.
- [21] YUAN M X, LI R, ZHANG X H, et al. Factors affecting the enhancement patterns of intrahepatic cholangiocarcinoma (ICC) on contrast-enhanced ultrasound (CEUS) and their pathological correlations in patients with a single lesion[J]. *Ultraschall in Der Medizin*, 2016, 37(6): 609-618.
- [22] HAN J, LIU Y B, HAN F, et al. The degree of contrast washout on contrast-enhanced ultrasound in distinguishing intrahepatic cholangiocarcinoma from hepatocellular carcinoma[J]. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 2015, 41(12): 3088-3095.
- [23] 尹珊珊, 姜彬彬, 崔秋丽, 等. 超声造影 LI-RADS 分类标准对混合型肝癌诊断价值的初步探讨[J]. *中国超声医学杂志*, 2019, 35(3): 239-243.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 尚婧莹, 何秀丽, 郭玲玲. 超声造影 LI-RADS 分类在肝细胞癌诊断及鉴别诊断中的应用价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2022, 32(1): 6-12.

Cite this article as: SHANG J Y, HE X L, GUO L L. Application value of contrast-enhanced ultrasound LI-RADS classification in diagnosis and differential diagnosis of hepatocellular carcinoma[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2022, 32(1): 6-12.