

DOI: 10.19296/j.cnki.1008-2409.2024-01-030

· 论 著 ·

· ORIGINAL ARTICLE ·

## CEUS LI-RADS 联合人工智能辅助决策模型对肝细胞癌的诊断价值评估

韩承儒

(河南大学第一附属医院医学影像科, 开封 475200)

**摘要** 目的 评估超声肝脏造影报告及数据管理系统(CEUS LI-RADS)联合人工智能辅助决策模型对肝细胞癌的诊断价值。方法 选取 88 例肝细胞肿瘤患者,均通过 CEUS LI-RADS 评估肝细胞肿瘤的良好与恶性,根据 CEUS LI-RADS 结果采用人工智能辅助决策模型进行诊断,比较 CEUS LI-RADS 和人工智能辅助决策模型对肝细胞癌的诊断结果与联合诊断价值,并分析 CEUS LI-RADS 在不同病理特征肝细胞癌诊断中的价值。结果 CEUS LI-RADS 联合人工智能辅助决策模型对肝细胞癌的诊断灵敏度、准确度高于单一方案诊断,漏诊率低于单一方案诊断,差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ )。肝细胞癌 $< 5$  cm 的阳性患者和阴性患者 CEUS LI-RADS 分类 LR-1~LR-3、LR-4、LR-5 之间有显著差异( $P < 0.05$ )。肝细胞癌 $\geq 5$  cm 阳性患者和阴性患者 LR-1~LR-3、LR-5 之间有显著差异( $P < 0.05$ )。不同分化程度肝细胞癌患者 CEUS LI-RADS 分类 LR-3、LR-5 之间有显著差异( $P < 0.05$ )。结论 CEUS LI-RADS 联合人工智能辅助决策模型对于肝细胞癌诊断准确度、灵敏度较高,可有效提高肝细胞癌诊断效能,降低漏诊率。

**关键词:** 超声肝脏造影报告及数据管理系统;人工智能辅助决策模型;肝细胞癌;诊断价值

中图分类号:R735.7

文献标志码:A

文章编号:1008-2409(2024)01-0183-06

## Evaluation of the diagnostic value of CEUS LI-RADS combined with artificial intelligence assisted decision model for hepatocellular carcinoma

HAN Chengru

(Department of Medical Imaging, the First Affiliated Hospital of Henan University, Kaifeng 475200, China)

**Abstract Objective** To explore the diagnostic value of contrast-enhanced ultrasound liver imaging reporting and data system (CEUS LI-RADS) combined with artificial intelligence for hepatocellular carcinoma. **Methods** A total of 88 patients with hepatocellular carcinoma were selected and underwent contrast-enhanced ultrasound (CEUS) examination after admission. CEUS LI-RADS was used to evaluate the malignancy of hepatocellular carcinoma and artificial intelligence was used for diagnosis based on CEUS results. The individual and joint diagnostic results of CEUS LI-RADS and artificial intelligence for

基金项目:开封市科技发展计划项目(2103015)。

第一作者:韩承儒,本科,住院医师,研究方向为医学影像,wfvigs@55455.org。

hepatocellular carcinoma were compared, and the diagnostic value of CEUS LI-RADS for different pathological characteristics of hepatocellular carcinoma were analyzed. **Results** The combined diagnosis of CEUS LI-RADS and artificial intelligence has higher sensitivity and higher accuracy for the diagnosis of hepatocellular carcinoma than the single protocol diagnosis, with lower missed diagnosis rate, and difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). There were significant differences in CEUS LI-RADS classification among LR-1 ~ LR-3, LR-4 and LR-5 in patients with liver cell tumors  $< 5$  cm positive (hepatocellular carcinoma) and negative (benign stem cell tumor), and there was a significant difference between LR-1 ~ LR-3 and LR-5 in patients with liver cell tumors  $\geq 5$  cm positive and negative ( $P < 0.05$ ); there were significant differences in CEUS LI-RADS classification among LR-3, LR-4 and LR-5 in patients with hepatocellular carcinoma of different degrees of differentiation ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The combination of CEUS LI-RADS and artificial intelligence assisted decision model can be used in the diagnosis of hepatocellular carcinoma with higher accuracy and sensitivity, and can improve the diagnostic efficiency and lower the rate of missed diagnosis.

**Keywords:** contrast-enhanced ultrasound liver imaging reporting and data system; artificial intelligence assisted decision-making; hepatocellular carcinoma; diagnostic value

肝细胞癌为临床较为常见的原发性肝脏肿瘤,多由慢性乙肝、肝硬化等肝脏疾病引起,其中小肝癌经射频消融治疗或手术切除后 5 年内生存率可达 70% 左右,因此,尽早准确诊断具有重大意义<sup>[1-3]</sup>。超声造影(contrast-enhanced ultrasound, CEUS)为肿瘤疾病诊断的主要方案,而肝脏影像报告大数据管理系统(liver imaging reporting and data system, LI-RADS)可标准化、规范化解读超声资料,通过注射造影剂后显著廓清纳入恶性肿瘤分类标准,有助于临床评估诊断,提高肝细胞恶性肿瘤鉴别诊断准确率<sup>[4-6]</sup>。目前,人工智能在影像学诊断中已逐渐应用,可提供基于计算机逻辑的诊断信息,基于卷积神经网络(CNN)构建的人工智能在图像识别方面具有较高价值,可弥补超声影像学医师诊断的主观性及操作者依赖性<sup>[7-8]</sup>。但目前临床鲜有研究通过人工智能辅助决策模型诊断肝细胞癌,因此,本研究试分析 CEUS LI-RADS 联合人工智能辅助决策模型对肝细胞癌的诊断价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2021 年 5 月至 2023 年 5 月在河南大学第一附属医院就诊的 88 例肝细胞肿瘤患者作为研究

对象,其中男 47 例,女 41 例;年龄 52 ~ 68 岁,平均( $59.4 \pm 2.6$ )岁;体质量指数 20.2 ~ 27.5 kg/m<sup>2</sup>,平均( $23.52 \pm 1.84$ )kg/m<sup>2</sup>。本研究经河南大学第一附属医院医学伦理委员会审核批准(2022-03-025)。

纳入标准:①经影像学检查、病理检查证实为肝细胞肿瘤者;②单发病灶;③接受本研究检查方案;④患者及家属知晓本研究,并签订同意书。

排除标准:①合并其他肝脏系统疾病;②入院前已接受抗肿瘤治疗;③合并重大脏器功能障碍;④合并 CEUS 检查绝对禁忌证;⑤合并全身性感染疾病;⑥合并精神障碍或检查依从性较差。

### 1.2 方法

CEUS 检查:均采用 GE Logiq E9 型超声诊断仪进行检查,探头选用 C5-1,频率为 1 ~ 5 MHz,造影剂采用声维诺标准配置悬浊液。引导患者取仰卧位,先行常规超声观察病灶位置、大小、数目、形态、血流信息等,选取病灶最大切面作为 CRUS 观察切面,切换至 CEUS 检查模式,经肘静脉注射 1.5 mL 造影剂后给予 5 mL 0.9% 氯化钠溶液冲管,从造影剂注射完毕后开始计时,连续记录 60 s 动态影像,每隔 30 s 储存 1 次图像,连续观察 8 min。

LI-RADS 评估:根据 CEUS LI-RADS 进行分类,LR-1 表示肝囊肿、血管瘤等良性病变;LR-2 表示良

性病变可能性较大,造影始终呈等增强的 $<10\text{ mm}$ 的实性结节;LR-3 表示中度可疑的肝细胞癌;LR-4 表示肝细胞癌可能性较大;LR-5 表示可以诊断为肝细胞癌。

人工智能辅助决策:采用 CNN 构建诊断模型,经图像输入、特征提取、区域申请等步骤最终输出结果,卷积核大小为 $3\times 3$ ,从输入图像中提取病灶特征,提取完毕后采用全连接方式获取病灶信息,包括结节位置、大小和结节良恶性。为优化模型质量,模型中加入“Drop out”“Weight decay”模块,以防止模型过拟合,将最终诊断模型输出结果与病理检查结果对照,统计分析人工智能辅助决策模型对肝细胞癌诊断效能。

### 1.3 观察指标

①统计 CEUS LI-RADS 和人工智能辅助决策模型对肝细胞癌的单次诊断结果与联合诊断结果,联合诊断结果采用并联原则。②比较 CEUS LI-RADS 和人工智能辅助决策模型对肝细胞癌单独诊断效能

与联合诊断效能。③比较不同大小肝细胞癌 CEUS LI-RADS 分类结果。④比较不同分化程度肝细胞癌患者 CEUS LI-RADS 分类结果。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 23.0 统计软件处理数据,用 Excel 软件建立数据库,常规进行逻辑检错,计数资料用样本量  $n$ 、样本量占比(%)表示,采用 $\chi^2$ 检验。 $P<0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 CEUS LI-RADS 和人工智能辅助决策模型诊断肝细胞癌的结果

病理检查结果显示,88 例肝细胞癌患者中,阳性(肝细胞癌)54 例,阴性(良性肝细胞癌)34 例;经 CEUS LI-RADS 诊断结果显示,阳性 43 例,阴性 45 例;经人工智能辅助决策模型诊断结果显示,阳性 42 例,阴性 46 例,如表 1 所示。

表 1 CEUS LI-RADS 和人工智能辅助决策模型对肝细胞癌的诊断结果

病理检查结果	CEUS LI-RADS			人工智能辅助决策模型		
	阳性/例	阴性/例	合计/例	阳性/例	阴性/例	合计/例
阳性	42	12	54	40	14	54
阴性	1	33	34	2	32	34
合计	43	45	88	42	46	88

### 2.2 CEUS LI-RADS、人工智能辅助决策模型对肝细胞癌联合诊断结果

CEUS LI-RADS、人工智能辅助决策模型联合诊断结果显示,88 例肝细胞癌患者中,阳性 54 例,阴性 34 例,如表 2 所示。

表 2 CEUS LI-RADS、人工智能辅助决策模型对肝细胞癌的联合诊断结果

病理检查结果	联合诊断		合计/例
	阳性/例	阴性/例	
阳性	52	2	54
阴性	2	32	34
合计	54	34	88

### 2.3 CEUS LI-RADS、人工智能辅助决策模型诊断肝细胞癌的效能比较

CEUS LI-RADS、人工智能辅助决策模型联合诊断肝细胞癌的灵敏度(96.29%)、准确度(95.45%)高于单独 CEUS LI-RADS 诊断的灵敏度(77.78%)、准确度(85.23%)及人工智能辅助决策模型诊断的灵敏度(74.07%)、准确度(81.82%),差异具有统计学意义( $P<0.05$ );CEUS LI-RADS、人工智能辅助决策模型联合诊断的漏诊率(3.71%)低于单独 CEUS LI-RADS 诊断的漏诊率(22.22%)及人工智能辅助决策模型诊断的漏诊率(25.93%),差异有统计学意义( $P<0.05$ ),如表 3 所示。

表 3 CEUS LI-RADS、人工智能辅助决策模型诊断肝细胞癌的效能比较

诊断方法	灵敏度/%	特异度/%	准确度/%	漏诊率/%	误诊率/%
CEUS LI-RADS	77.78(42/54)	97.06(33/34)	85.23(75/88)	22.22(12/54)	2.94(1/34)
人工智能辅助决策模型	74.07(40/54)	94.12(32/34)	81.82(72/88)	25.93(14/54)	5.88(2/34)
联合诊断	96.29(52/54)	94.12(32/34)	95.45(84/88)	3.71(2/54)	5.88(2/34)
$\chi^2$	10.708	0.421	8.104	10.708	0.421
$P$	<0.05	>0.05	<0.05	<0.05	>0.05

## 2.4 不同大小肝细胞肿瘤 CEUS LI-RADS 分类结果比较

病理检查结果显示,肝细胞肿瘤阳性患者中肿瘤大小<5 cm 22 例,≥5 cm 32 例,肝细胞肿瘤阴性患者中肿瘤大小<5 cm 30 例,≥5 cm 4 例。肝细胞

肿瘤<5 cm 阳性患者与阴性患者的 CEUS LI-RADS 分类 LR-1~LR-3、LR-4、LR-5 差异有统计学意义( $P<0.05$ );≥5 cm 阳性患者与阴性患者的 LR-1~LR-3、LR-5 差异有统计学意义( $P<0.05$ ),而 LR-4 无统计学差异( $P>0.05$ ),如表 4 所示。

表 4 不同大小肝细胞肿瘤 CEUS LI-RADS 分类结果比较

肿瘤 <5 cm					肿瘤 ≥5 cm				
组别	n/例	LR-1~LR-3 占比/%	LR-4 占比/%	LR-5 占比/%	组别	n/例	LR-1~LR-3 占比/%	LR-4 占比/%	LR-5 占比/%
阳性	22	27.27	18.18	54.55	阳性	32	18.75	18.75	62.50
阴性	30	100.00	0	0	阴性	4	75.00	25.00	0
$\chi^2$		31.515	5.909	21.27	$\chi^2$		6.000	0.089	5.625
$P$		<0.05	<0.05	<0.05	$P$		<0.05	>0.05	<0.05

## 2.5 不同分化程度肝细胞癌患者 CEUS LI-RADS 分类结果比较

病理检查结果显示,54 例肝细胞癌患者中,高分化 9 例,中分化 20 例,低分化 25 例。不同分化程度肝细胞癌患者 CEUS LI-RADS 分类 LR-3、LR-5 存在显著差异( $P<0.05$ ),如表 5 所示。

表 5 不同分化程度肝细胞癌患者 CEUS LI-RADS 分类结果比较

组别	n/例	LR-3 占比/%	LR-4 占比/%	LR-5 占比/%
高分化	9	88.89	11.11	0
中分化	20	20.00	30.00	50.00
低分化	25	0	12.00	88.00
$\chi^2$		30.343	2.779	22.355
$P$		<0.05	>0.05	<0.05

## 3 讨论

肝细胞癌为一种肝脏原发性恶性肿瘤,为原发性肿瘤患者病死的主要原因,具有较高发病率、病死率,早期经治疗、手术后可达到治愈效果,如未得到及时诊疗,可影响机体免疫系统功能,诱发消化道出血、肝细胞癌结节破裂出血,严重威胁患者生命安全<sup>[9-11]</sup>。因此,积极探讨肝细胞肿瘤早期鉴别诊断方案具有重大意义。

影像学检查为目前临床诊断肝细胞肿瘤的主要方案,其中 MRI 有可多方位、多角度、多参数成像等优点,对软组织分辨率较高,但检查禁忌证相对较多,具有一定局限性<sup>[12]</sup>。CEUS 可实时显示肝内血管及肿瘤微血管分布,是目前肝脏局灶性病变诊断的主要方案,而 CEUS LI-RADS 可使 CEUS 对肝脏病变诊断结果规范化,将注射造影剂后 120 s 内廓清进行分类,可提高肝细胞肿瘤鉴别准确率<sup>[13-14]</sup>。本研

究结果显示,CEUS LI-RADS 对肝细胞癌的诊断准确度为 85.23%,具有一定的诊断价值;联合人工智能辅助决策模型诊断灵敏度为 96.29%、准确度为 95.45%,可有效提高诊断效能,降低漏诊率,提示临床可通过 CEUS LI-RADS 联合人工智能辅助决策模型对肝细胞肿瘤进行早期鉴别诊断。有研究报道<sup>[15-16]</sup>指出,CEUS LI-RADS 可提高 CEUS 检查对肝细胞肿瘤诊断特异性及阳性预测值,通过将门静脉期显著廓清的结节进行筛查,临床可查出大部分非肝细胞恶性肿瘤,诊断准确率较高。人工智能辅助决策已逐渐应用于肿瘤疾病辅助诊断中,传统人工智能辅助决策模型通过人工描述病灶边缘,标注效果易受医生主观因素影响。而本研究通过 CNN 构建诊断模型,将病灶及部分邻近周围组织迅速标注,有效缩短标注时间、降低标注难度,且 CNN 无需通过分割处理提取样本特征,其整体网络结构接近于时机生物神经网络,可省去特征提取、分类、重建工作<sup>[17-18]</sup>。国内有研究结果<sup>[19]</sup>表明,通过 CNN 构建人工智能辅助决策模型,其训练过程为自动学习、总结病灶影像学图像良恶性鉴别诊断标准,人工操作仅用于验证环节中,以提高诊断准确性。

相关研究结果<sup>[20-21]</sup>表明,肝细胞癌病灶大小及分化程度为影响患者疗效、预后的重要因素,其中直径 $<5$  cm 的病灶外科治疗效果较好,而直径 $\geq 5$  cm 的大肝细胞肿瘤疗效相对较差。本研究结果显示,不同病灶直径、分化程度肝细胞肿瘤患者 CEUS LI-RADS 分类 LR-3、LR-5 结果存在显著差异。分析其原因,肝细胞肿瘤发展过程中,瘤内肝动脉-门静脉血供比例发生变化,肿瘤内血管异常增生形成动静脉瘘,且当肿瘤 $\geq 5$  cm 时,内部易发生坏死、液化等病理改变,促使 CEUS 出现强化,延迟期及门静脉期出现廓清时间较短、速度过快等现象,因此不同病灶直径、分化程度肝细胞肿瘤患者 CEUS LI-RADS 分类结果不同。

#### 4 结论

CEUS LI-RADS 联合人工智能辅助决策模型对于肝细胞癌具有较高诊断价值,临床可通过其进行早期鉴别诊断,以制定相应干预方案。

#### 参考文献

- [1] 罗红杰,黄运德,王万鹏.3D 腹腔镜与开腹 Glisson 蒂横断式肝切除术对肝细胞癌患者术后胃肠激素水平及氧化应激反应的影响比较[J].华夏医学,2022,35(1):31-35.
- [2] ZHOU H Y, SONG T Q. Conversion therapy and maintenance therapy for primary hepatocellular carcinoma [J]. Biosci Trends,2021,15(3):155-160.
- [3] 严成,陈新国,金海龙,等.基于术前血清学指标 AFP 和 GGT 的标准在预测肝细胞癌患者肝移植术后长期生存中的作用研究[J].器官移植,2023,14(2):248-256.
- [4] 李娟,郑佳利,路秋晨,等.超声造影肝脏影像报告和数据库管理系统分类联合血清热休克蛋白 90 $\alpha$ 、异常凝血酶原鉴别肝细胞癌和肝内胆管细胞癌[J].安徽医药,2023,27(6):1126-1129.
- [5] HUANG Z, ZHOU P P, LI S S, et al. MR versus CEUS LI-RADS for distinguishing hepatocellular carcinoma from other hepatic malignancies in high-risk patients [J]. Ultrasound Med Biol,2021,47(5):1244-1252.
- [6] 柴苏婉,蔡文佳,于杰,等.超声造影肝脏影像数据和报告系统分类与肝细胞癌分化程度及 Ki-67 指数的相关性分析[J].中华超声影像学杂志,2023,32(5):386-391.
- [7] 邹琪华,张宇辰,蔡君,等.人工智能在肿瘤领域的应用:科学研究和教学实践中的进展[J].癌症,2022,41(2):49-56.
- [8] 吕小迎,兰晓莉.人工智能在 PET/CT 恶性肿瘤疗效预测和预后评估中的应用[J].中华核医学与分子影像杂志,2022,42(12):754-758.
- [9] 王泽文,袁晨光.血脂成分在肝细胞癌发生发展中的研究现状[J].华夏医学,2021,34(3):166-170.
- [10] NGUYEN S A, MERRILL C D, BURROWES D P, et al. Hepatocellular carcinoma in evolution: correlation with CEUS LI-RADS [J]. Radiographics,2022,42(4):1028-1042.
- [11] 刘冬敏,贾庆民,乔冠中,等.基于决策树与 Logistic 回归模型预测肝细胞癌患者 TACE 术后的疗效[J].临床放射学杂志,2023,42(4):617-621.
- [12] 刘向东,闫松果,孙世松.动态增强 CT 扫描与 MRI 对肝细胞癌的诊断价值及影像学特征分析[J].实用癌症杂志,2023,38(1):89-91.
- [13] 颜晓一,吕珂,陈天娇,等.超声造影肝脏影像报告和数据库系统分类 LR-5 对肝细胞肝癌诊断价值的 Meta 分

- 析[J]. 中国医学科学院学报, 2023, 45(1): 57-63.
- [14] LI C Q, ZHENG X, GUO H L, et al. Differentiation between combined hepatocellular carcinoma and hepatocellular carcinoma: comparison of diagnostic performance between ultrasonics-based model and CEUS LI-RADS v2017 [J]. BMC Med Imaging, 2022, 22(1): 36.
- [15] 郑丽丽, 任新平, 李若坤, 等. 超声造影 LI-RADS 2017 版与 MRI LI-RADS 2018 版对肝内局灶性病变更恶性风险的预测价值[J]. 中华超声影像学杂志, 2022, 31(8): 671-677.
- [16] 李加伍, 凌文武, 陈爽, 等. 肝脏病灶大小及肝细胞癌分化程度对超声造影肝脏影像报告与数据管理系统分类诊断的影响[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(9): 1356-1360.
- [17] 胡蓉, 钟琦, 徐文, 等. 基于深度卷积神经网络的人工智能在喉鳞状细胞癌窄带成像辅助诊断中的应用[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2021, 56(5): 454-458.
- [18] 陈婵, 郭俊晨, 谌永毅, 等. 人工智能辅助下肿瘤专科分诊网络平台的实现与效果评价[J]. 护理学杂志, 2023, 38(20): 1-4.
- [19] 姚镇东. 基于卷积神经网络 YOLO 算法胃镜人工智能系统的构建及其识别早期胃癌的诊断试验研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2022.
- [20] 孙建设, 王汝梅, 高国强. 超声造影引导下射频消融治疗不同病灶大小复发性肝细胞癌的疗效[J]. 肝脏, 2019, 24(6): 690-692.
- [21] 卢毅, 刁永康, 叶泰伟, 等. I a 期肝细胞癌腹腔镜肝切除术后“教科书式结局”的远期预后及影响因素分析[J]. 肝胆胰外科杂志, 2022, 34(6): 331-335.
- [收稿日期: 2023-08-17]
- [责任编辑: 桂根浩 英文编辑: 覃涛]