

多模态超声在肝脏良恶性结节诊断中的研究进展

陈家宝¹ 华国勇² (通讯作者)

1.青海大学临床医学院 青海 西宁 810000

2.青海省人民医院介入超声科 青海 西宁 810000

【摘要】：肝脏结节性病变的良恶性鉴别是临床诊疗中的关键环节，直接关系到患者的治疗方案选择与预后。随着超声技术的飞速发展，多模态超声诊断模式——即整合常规超声、超声造影、超声弹性成像等多种技术已成为肝脏结节精准诊断的核心手段。本文基于近期国内大量临床研究，系统综述了多模态超声在鉴别肝细胞癌、肝内胆管癌、肝局灶性结节增生、肝血管瘤等常见肝脏良恶性结节中的价值，并深入探讨了其在评估肝细胞癌微血管侵犯、病理分级、预测治疗效果及术后复发等方面的应用进展。文献证据表明，多模态超声具有高分辨率、实时动态、无辐射、可重复性好等优势，其诊断效能可与增强CT/MRI相媲美，甚至在微循环灌注评估方面独具特色，是肝脏结节性疾病诊断与管理不可或缺的重要工具。

【关键词】：多模态超声；超声造影；肝脏结节；肝细胞癌；鉴别诊断；LI-RADS

DOI:10.12417/2811-051X.26.04.007

1 引言

肝脏是恶性肿瘤的好发部位，其中肝细胞癌（HCC）是最常见的原发性肝癌，其发病率居高不下。早期、准确地鉴别肝脏结节的良恶性，对于实现HCC的早期诊断、及时治疗和改善预后至关重要。传统的灰阶超声和彩色多普勒超声虽能发现病灶，但对结节定性诊断的准确率有限。王敏等的研究指出，单纯依靠常规超声对肝脏局灶性结节性病变的良恶性分析存在局限性^[1]。超声造影（CEUS）技术的成熟与普及，标志着肝脏超声进入了功能学成像的新纪元。CEUS能够实时、动态地显示组织的微循环灌注情况，从而显著提高了诊断的准确性。在此基础上，将CEUS与血清学标志物、超声弹性成像（SWE）乃至人工智能（AI）技术相结合，形成了更为强大的多模态超声诊断体系。本综述旨在梳理和总结近期国内学者在该领域的研究成果，系统评价多模态超声的诊断价值。

2 多模态超声的核心技术及其在基础诊断中的应用

多模态超声的核心在于多种成像技术的协同与互补。

2.1 常规超声与彩色多普勒超声的基础筛查作用：

常规超声是发现肝脏占位性病变的首选影像学方法。闫芳芳的研究肯定了常规超声在初步筛查和定位肝脏占位性病变中的价值^[2]。然而，其对于不典型结节，如早期小肝癌、高分化HCC与肝局灶性结节增生（FNH）的鉴别能力不足。彩色多普勒超声可观察病灶内血流信号，但难以显示微小血管和低速血流。

2.2 超声造影

多模态超声的基石，CEUS通过静脉注射微泡造影剂，从根本上改变了超声的成像能力。其诊断价值主要体现在以下几个方面：

(1) 动态血流动力学评估：CEUS可清晰显示病灶在动脉期、门脉期及延迟期的增强模式，这是鉴别诊断的“金标准”依

据。典型HCC表现为“快进快出”（动脉期快速不均匀高增强，门脉期或延迟期快速消退呈低增强）。而FNH通常表现为“快进慢出”，中央疤痕征具有特征性。李荣江等的研究证实，MRI多模态参数联合CEUS能显著提高对HCC和FNH的鉴别诊断准确性^[3]。

(2) 鉴别不典型病灶：对于常规超声上表现不典型的病灶，CEUS的价值尤为突出。梁明毓等评价了CEUS联合增强CT对肝局灶性结节与小肝细胞癌早期的临床鉴别诊断价值，显示联合应用可有效降低误诊率^[4]。宋洁等则专注于CEUS定量分析技术鉴别不典型FNH与非肝硬化背景HCC，发现定量参数能提供更客观的诊断依据^[5]。

2.3 超声弹性成像

评估组织硬度的补充手段，超声弹性成像通过评估组织的硬度来提供辅助诊断信息。通常恶性肿瘤细胞致密、间质纤维增生，其硬度高于周围肝组织和良性病变。陈元莉等探讨了CEUS联合超声弹性成像对HCC微血管侵犯（MVI）的预测价值，表明二者结合能提供超越单一模态的预测效能^[6]。

3 多模态超声在肝细胞癌精准诊疗中的深化应用

随着研究的深入，多模态超声的应用已超越单纯的良恶性鉴别，向HCC的精准诊疗全方位延伸。

3.1 术前预测微血管侵犯与病理分级

MVI是HCC重要的预后不良指标，术前无创预测MVI对手术方案选择至关重要。以下是相关研究：（1）王晓静在会议报告中专门探讨了CEUS在HCC的MVI分级评估中的临床应用^[7]。（2）陈丽红等评估了超声造影肝脏影像报告与数据系统（CEUS LI-RADS）对HCC MVI的无创预测价值，证明了该标准化系统的临床应用潜力^[8]。

3.2 评估治疗效果与预测复发

对于接受经动脉化疗栓塞 (TACE)、热消融等非手术治疗的患者, CEUS 是评估疗效和监测复发的敏感工具。(1) 尹雯研究了动态三维 CEUS 对 HBV 相关 HCC 患者微波消融后临床疗效及复发的评估价值^[9]。(2) 吴雅菲等验证了 CEUS LI-RADS 治疗反应算法在评估手术后 HCC 复发中的临床价值^[10]。(3) 周敏等发现 CEUS 联合血清 PIVKA-II 水平可用于评估 TACE 治疗的老年 HCC 患者是否达到完全缓解^[11]。

3.3 标准化诊断体系

CEUS LI-RADS 是针对 HCC 高危人群的标准诊断系统, 其应用价值得到广泛验证。郑丽丽等评价了 CEUS LI-RADS 对 ≤ 3 cm HCC 和肝脏其他恶性肿瘤的鉴别诊断价值^[12], 颜建飞的研究探讨了 CEUS LI-RADS 对 OBI (隐匿性乙型肝炎感染) 患者中 HCC 的临床诊疗作用^[13], 体现了其在特定人群中的适用性。

4 多模态超声在疑难鉴别诊断中的价值

4.1 HCC 与肝内胆管癌的鉴别

肝内胆管癌 (ICC) 与 HCC 的临床表现和治疗策略迥异, 但影像学鉴别有时困难。CEUS 的增强模式有助于区分: ICC 常表现为周边环形强化、向心性填充、延迟期持续强化。(1) 李慧慧分析了 HCC 与 ICC 的超声表现和 CEUS 增强特点^[14]。(2) 钱欢欢等构建了基于 CEUS 图像特征的列线图模型, 用于鉴别诊断 ICC 与 LI-RADS M 类 HCC^[15]。(3) 谢小华的研究证实 CA19-9 联合 CEUS 在鉴别高危人群 HCC 与 ICC 中具有重要诊断价值^[16]。

4.2 HCC 与肝血管瘤、肝腺瘤等的鉴别

(1) 汪新煌比较了 CEUS 各期增强特点在鉴别诊断肝内胆管细胞癌、HCC、肝血管瘤的效能^[17]。(2) 田春燕等研究了采用 CEUS 灌注及回声变化规律鉴别诊断肝血管瘤与 HCC 的价值^[18]。(3) 王倩等探讨了 CEUS 结合 AFP、SAA/CRP 水平在肝细胞腺瘤及 HCC 鉴别诊断中的应用^[19]。

参考文献:

- [1] 王敏,刘倩玉,高红伟,等.肝脏超声造影及血清 GP73、TSGF 对肝脏局灶性结节性病变良恶性分析价值[J].中西医结合肝病杂志,2025,35(11):1384-1388.
- [2] 闫芳芳.常规超声及超声造影在肝脏占位性病变鉴别诊断中的应用价值[J].实用医学影像杂志,2025,26(05):389-392.
- [3] 李荣江,张海荣,魏亚娟,等.MRI 多模态参数联合超声造影对肝细胞癌和肝局灶性结节增生的鉴别诊断价值[J].肝脏,2025,30(10):1360-1364.
- [4] 梁明毓,吴晓波,曹瑛. 超声造影联合增强 CT 对肝局灶性结节与小肝细胞癌早期的临床鉴别诊断价值评价[J].中国医疗器械信

5 多模态超声与血清学标志物、人工智能的融合

5.1 联合血清学标志物提升诊断效能

将影像学信息与血清学指标结合, 可构建更强大的预测模型。(1) 范智慧等评估了 CEUS 联合甲胎蛋白测定对高危人群 HCC 的临床筛查价值^[20]。(2) 林如君等构建了 CEUS 联合血清 AFP、GGT 与 GLR (GGT/淋巴细胞比值) 的模型用于预测 HCC 的 MVI^[21]。

5.2 人工智能技术的引入

AI 技术为超声影像的定量分析和模式识别带来了革命性变化。(1) 刘丽的博士论文专注于人工智能辅助 CEUS 诊断直径 ≤ 30 mm HCC 的应用研究^[22], 代表了该领域的前沿方向。(2) 徐明等开发了基于 CEUS 和临床指标预测 HCC VETC (血管包绕肿瘤簇) 和 MTM (微血管肿瘤血栓) 表达的诺莫图模型^[23], 展示了 AI 在揭示肿瘤生物学行为方面的潜力。

6 总结与展望

综合以上文献证据, 多模态超声已发展成为肝脏良恶性结节诊断与管理的核心技术平台。其价值主要体现在: (1) 高准确性: CEUS 通过独特的血流动力学成像, 对常见肝脏良恶性结节的鉴别诊断准确性高, 尤其对于小肝癌和不典型结节的诊断优势明显。(2) 功能全面: 从病灶筛查、定性诊断, 到预后预测 (MVI、分级)、疗效评估和复发监测, 多模态超声实现了对 HCC 诊疗全周期的深度参与。(3) 深度融合: 与血清学标志物、弹性成像及 AI 技术的结合, 使其从形态学诊断工具向能够反映肿瘤生物学特性的精准医学工具演变, 催生了诸多有效的预测模型 (如列线图)。

展望未来, 多模态超声的发展方向包括: ① 新型造影剂的开发与应用: 如 Sonazoid 的 Kupffer 期成像提供了新的诊断维度; ② 人工智能的深度整合: 实现影像特征的自动提取、定量分析和智能诊断, 减少操作者依赖性, 提高诊断效率和客观性; ③ 与多模态影像 (CT/MRI) 的融合: 利用影像组学技术, 融合不同模态影像信息, 构建更强大的诊断和预测体系。综上所述, 多模态超声以其无创、实时、高效、功能全面等突出优点, 在肝脏良恶性结节的诊断与鉴别诊断中发挥着不可替代的核心作用, 是推动肝脏肿瘤精准诊疗发展的关键力量。

息,2025,31(17):85-87+178.

[5] 宋洁,董永玲,邵玉,等.超声造影定量分析技术鉴别不典型肝局灶性结节增生与非肝硬化背景肝细胞癌的诊断价值研究[J].医药论坛杂志,2025,46(06):581-587.

[6] 陈元莉,曾德锋,范会文.超声造影联合超声弹性成像对肝细胞癌微血管侵犯的预测价值[J].肝脏,2024,29(09):1035-1039+1051.

[7] 王晓静.超声造影在肝细胞癌微血管侵犯(MVI)分级评估中的临床应用研究[C]//中国生命关怀协会.关爱生命大讲堂之生命关怀与智慧康养系列学术研讨会论文集(上)——唤醒关怀:人文护理的理论根基与临床价值重塑专题.新乐市中心医院,;2025:101-103.

[8] 陈丽红,涂海斌,冯斯奕,等.超声造影肝脏影像报告与数据系统对肝细胞癌微血管侵犯的无创预测价值[J].福建医药杂志,2025,47(08):5-9.

[9] 尹雯,沈荣.动态三维超声造影对 HBV 相关肝细胞癌患者微波消融后临床疗效及复发的评估[J].肝脏,2025,30(09):1249-1253.

[10] 吴雅菲,赵盛发,施洁,等.超声造影 LI-RADS 治疗反应算法评估手术后肝细胞癌复发的临床价值[J].中国超声医学杂志,2025,41(08):880-883.

[11] 周敏,李涛,王波玲.超声造影联合血清 PIVKA-II 水平评估 TACE 治疗的老年肝细胞癌患者完全缓解价值分析[J].实用肝脏病杂志,2025,28(02):270-273.

[12] 郑丽丽,林艳艳,杜奕岩,等.超声造影肝脏影像报告与数据系统对 ≤ 3 cm 肝细胞癌和肝脏其他恶性肿瘤的鉴别诊断价值[J].海军军医大学学报,2025,46(01):89-94.

[13] 颜建飞,陈志辉,黄岩花,等.CEUS LI-RADS 对 OBI 患者中肝细胞癌的临床诊疗作用研究[J].肝胆胰外科杂志,2024,36(10):621-624+627.

[14] 李慧慧,姚晓松,肖征,等.肝细胞癌与肝内胆管癌超声表现和超声造影增强特点分析[J].实用肝脏病杂志,2025,28(04):597-600.

[15] 钱欢欢,于鹏丽,闻宝杰,等.基于超声造影图像特征的列线图模型鉴别诊断肝内胆管细胞癌与 LR-M 类肝细胞癌的临床价值[J].临床超声医学杂志,2025,27(02):147-154.

[16] 谢小华,王露,王瑜琪,等.CA19-9 联合超声造影在鉴别高危人群肝细胞癌与肝内胆管癌中的诊断价值[J].中国超声医学杂志,2025,41(02):157-160.

[17] 汪新煌,黄志伟,赖江琼.CEUS 各期增强特点在鉴别诊断肝内胆管细胞癌、肝细胞癌、肝血管瘤的效能分析[J].中国医疗器械信息,2025,31(14):1-3+20.

[18] 田春燕,罗莉,曹雪玲,等.采用超声造影灌注及回声变化规律鉴别诊断肝血管瘤与肝细胞癌价值研究[J].实用肝脏病杂志,2024,27(04):603-606.

[19] 王倩,梁爽,李静,等.超声造影结合 AFP、SAA/CRP 水平在肝细胞腺瘤及肝细胞癌鉴别诊断中的应用[J].肝脏,2025,30(02):211-215.

[20] 范智慧,吴侠,黄玮,等.超声造影联合甲胎蛋白测定对高危人群肝细胞癌的临床筛查价值[J].实用医院临床杂志,2024,21(02):126-130.

[21] 林如君,杨晓岑,李琪虹,等.超声造影联合血清 AFP、GGT 与 GLR 对肝细胞癌微血管侵犯的预测价值[J].现代生物医学进展,2024,24(13):2467-2472.

[22] 刘丽.人工智能辅助超声造影诊断直径 ≤ 30 mm 肝细胞癌的应用研究[D].中国人民解放军陆军军医大学,2024.

[23] 徐明,许文欣,谢晓燕.基于超声造影和临床指标预测肝细胞癌 VETC 和 MTM 表达的 nomogram 模型的开发和验证[C]//中国超声医学工程学会.中国超声医学工程学会成立四十周年暨第十四次全国超声医学学术大会论文汇编(下册).中山大学附属第一医院超声科,;2024:324.