

· 综述 ·

DOI: 10.12449/JCH260535

超声对肝内胆管癌微血管侵犯的评估价值与技术进展

卫星彤, 李昊昌, 赵 欣

内蒙古医科大学附属医院超声科, 呼和浩特 010050

通信作者: 李昊昌, haochangli0606@sina.com (ORCID: 0009-0009-1197-4912)

摘要: 术前无创评估肝内胆管癌(ICC)微血管侵犯(MVI), 对制定个体化治疗方案及判断预后至关重要。本综述旨在全面探讨超声技术在此领域的应用价值, 详细阐述了灰阶超声、超声造影和超声弹性成像等技术通过分析病灶形态、血流灌注及硬度特征对MVI的预测效能; 同时, 对影像组学、深度学习及动态三维超声造影等新兴技术的应用前景进行了展望。综合分析表明, 超声在评估ICC MVI方面已展现出重要临床价值; 进一步将新兴技术融入超声评估体系, 有望实现更客观、更精准的术前预测, 具有广阔的应用前景。

关键词: 胆管上皮癌; 超声检查; 微血管侵犯

基金项目: 内蒙古医科大学面上项目(YKD2025MS006)

Value of ultrasound in assessing microvascular invasion of intrahepatic cholangiocarcinoma and related technical advances

WEI Xingtong, LI Haochang, ZHAO Xin

Department of Ultrasound, The Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010050, China

Corresponding author: LI Haochang, haochangli0606@sina.com (ORCID: 0009-0009-1197-4912)

Abstract: Noninvasive preoperative assessment of microvascular invasion (MVI) of intrahepatic cholangiocarcinoma (ICC) is crucial for developing individualized treatment regimens and judging the prognosis of patients. This article comprehensively explores the application value of ultrasound in this field and elaborates on the performance of techniques such as gray-scale ultrasound, contrast-enhanced ultrasound, and ultrasound elastography in predicting MVI by analyzing lesion morphology, blood perfusion, and stiffness characteristics, and meanwhile, it also discusses the application prospects of emerging techniques such as radiomics, deep learning, and dynamic three-dimensional contrast-enhanced ultrasound. The comprehensive analysis shows that ultrasound has an important clinical value in assessing ICC MVI, and the integration of emerging techniques into the ultrasound evaluation system can help to achieve more objective and accurate preoperative prediction and thus has broad application prospects.

Key words: Cholangiocarcinoma; Ultrasonography; Microvascular Invasion

Research funding: Inner Mongolia Medical University General Project (YKD2025MS006)

肝内胆管癌(intrahepatic cholangiocarcinoma, ICC)起源于肝内胆管上皮细胞, 是一种罕见且具有高度侵袭性的恶性肿瘤, 占有原发性肝癌的10%~15%^[1]。近10~20年间, 全球范围内ICC的发病率呈逐年上升趋势, 其死亡率也随之增加。由于诊断较晚、局部浸润、远处转移和高复发率等原因, ICC患者5年生存率仅为

9%^[2]。目前, 手术切除仍然是ICC的主要治疗方法^[3], 然而只有约20%的ICC患者可行手术治疗, 且术后的复发率极高, 可达50%~70%^[4]。微血管侵犯(microvascular invasion, MVI)是指肿瘤细胞侵入内壁由内皮细胞覆盖的微小血管, 该病变常见于门静脉和肝静脉^[5]。研究已证实, MVI是肝切除术后肝癌复发和患者生存率低的重

要危险因素^[6]。既往研究中,MVI也被称为微血管癌栓,其诊断“金标准”为活组织检查。然而,由于术后病理分析具有滞后性,且活组织检查本身存在肿瘤播散的风险,因此在术前通过非侵入性方法准确预测MVI,对临床医生制定治疗方案和改善患者预后至关重要。

影像学检查在ICC的诊断与治疗规划中发挥着关键作用^[7]。常用检查方式包括计算机体层扫描(computed tomography, CT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)和超声等,其可通过分析肿瘤的形态特征以评估ICC的MVI状态。尽管CT与MRI在评估ICC及其MVI中应用广泛,但超声以其便捷性、安全性、可重复性及实时动态成像等独特优势,在病灶的初步筛查与长期随访中发挥着不可替代的作用。随着超声新技术的发展,超声造影(contrast-enhanced ultrasound, CEUS)和超声弹性成像可分别对ICC的微血管灌注及硬度进行全面评估,若能明确其具有预测价值的影像学特征,超声检查有望成为评估MVI的有力工具。本文旨在综述超声在ICC术前MVI评估中的应用现状,并探讨其临床转化的未来研究方向。

1 超声对ICC术前MVI的预测

1.1 灰阶超声 灰阶超声作为评估肝局灶性病变的重要影像学检查,能够通过动态多切面扫描对结节形态学特征进行准确判断。现有大量证据表明,ICC的肿瘤最大直径是预测MVI的重要指标,即随着肿瘤直径增大,MVI发生率相应升高^[8-11]。进一步研究证实,随着肿瘤直径的增加,MVI发生率和低分化程度均呈上升趋势,尤其当肿瘤最大径 ≥ 5 cm时,MVI的发生风险显著增高^[8]。从病理机制角度分析,肿瘤增大可能导致缺氧微环境形成,从而诱导血管内皮生长因子高表达,促进肿瘤侵袭、转移及血管生成,加速疾病进展^[12]。

此外,多发性ICC病灶被认为更易出现血管浸润和远处转移。多项研究证实,多发病灶患者的总体生存率通常低于单发病灶患者^[13-14]。

ICC的形态特征也与MVI状态密切相关。研究表明,形态不规则和边界不清晰的肿瘤更易伴有MVI。例如,相较于形态不规则的肿瘤,球形(包括椭圆形及半球形)肿瘤的MVI阳性率较低^[9,15]。肿瘤边界模糊被视为ICC侵袭性生物学行为的影像学表现,已有证据将其确立为MVI的独立危险因素^[10]。

综上所述,ICC的MVI状态与肿瘤的形态学特征密切相关,因此灰阶超声在评估MVI方面具有一定诊断价

值。值得注意的是,对于肿块型ICC,灰阶超声能够准确判断其大小、数量、内部回声、边界和形态等特征;然而,对于浸润型或混合型ICC,可能会伴有弥漫性肝回声异常^[16],导致二维超声在判别结节形态特征时受限,容易漏诊。在此类情况下,超声新技术的应用有望提升术前对MVI的评估能力。

1.2 CEUS CEUS通过注射造影剂,实现对组织微血管灌注的实时对比成像,具有较高的时间与空间分辨率。CEUS的增强特征可以反映肿瘤的血供类型、MVI程度等,对肿瘤复发有较准确的预测价值^[17]。

ICC在CEUS中常表现为外周动脉边缘增强或外周环形增强,中心区域因富含纤维组织仅显示稀疏的丝状或点状强化^[18]。Wang等^[19]对ICC患者治疗前CEUS增强特征与治疗后生存率之间的关系进行分析,发现术前CEUS表现为边缘增强、外周环形增强和明显洗脱的病灶可能存在MVI,从而影响患者的长期生存,提示预后不良。既往研究证实,丰富的纤维间质是ICC最具特征性的组织学表现之一,在促进ICC恶性行为增强和治疗耐药性方面发挥重要作用^[20]。因此,CEUS表现为外周动脉边缘增强或外周环形增强的ICC通常含有更多的纤维成分,更易出现MVI。除此之外,ICC的增强模式还可表现为不均匀高增强、均匀高增强或不均匀低增强,这些非环形增强的ICC更常见于患有慢性病毒性肝炎或肝硬化的患者。其发生机制可能为:当患有上述疾病时,ICC起源于具有分化潜能的肝祖细胞,其在CEUS上可呈现与肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, HCC)相似的增强模式^[21]。生存分析结果显示,具有非环形增强特征的ICC患者,其总生存期优于环形增强者;其中,动脉期呈均匀高增强病灶患者的总生存期亦长于不均匀增强者,且此类增强特征更常见于MVI阴性病例^[13]。

CEUS不仅可以对肝肿瘤进行定性评估,还可通过分析图像信号强度与微气泡在组织中停留的时间进行定量分析,并使用特定软件构建时间-强度曲线,通过定量参数客观评估病灶的血流灌注特征,从而克服了常规CEUS定性评估的主观性局限。Zhu等^[22]根据导管类型将ICC分为小导管型与大导管型进行动态对比增强成像分析,结果显示,侵袭性更强的大导管型ICC表现出较低的流出相曲线下面积及流入相和流出相曲线下面积总和,以及较快的洗脱率。流出相曲线下面积与流入相和流出相曲线下面积总和反映了进入病灶的对比剂总量,其值较低可能源于大导管型ICC的浸润性生长方式破坏了周围正常血管结构,导致进入病变区域的对比

剂减少;洗脱率则反映对比剂的清除速率,其加快可能与MVI导致的内皮细胞连接松散有关,致使对比剂更易从血管快速扩散至周围组织。然而,CEUS定量分析在ICC术前预测MVI的证据仍然有限,因此需要更多研究以完善和验证其对MVI诊断和评估的价值。

1.3 弹性成像 肿瘤硬度作为肿瘤微环境的综合生物标志物,正日益受到广泛关注。肿瘤硬度受到许多因素的影响,其中包括肿瘤细胞外基质的数量和状态。已有研究证实,细胞外基质成分会导致局部微环境的基质刚度增加,促进肿瘤细胞的存活,增加其运动性,从而促进肿瘤的增殖和侵袭^[23]。超声弹性成像可通过测量感兴趣区域组织在受力后的反应(如位移)来评估该区域组织的硬度,其中二维剪切波弹性成像技术通过创建彩色硬度图,并将其叠加在二维超声图像上,实时提供解剖和硬度信息。该技术不仅可以对肝结节硬度进行定量评估,还可以反映周围肝实质纤维化程度,为优化肝癌诊疗方案提供更全面的信息^[24]。

国内外相关研究表明,ICC的硬度与MVI之间具有相关性。从肿瘤微环境的层面分析,ICC的细胞外基质中调节因子低表达,且弹性纤维、蛋白聚糖和基质糖蛋白近乎完全缺失,共同导致其形成坚硬的纤维化基质、含水量降低及高度失调的微环境,这种异常的基质特性进一步促进了癌细胞向周围组织的侵袭^[25]。因此,超声弹性成像在预测ICC是否存在MVI方面具有积极作用。然而,目前相关的研究有限,因此可适当参考弹性成像对HCC MVI预测价值的研究成果。例如,Xu等^[26]通过剪切波弹性成像和应变弹性成像评估肿瘤及其周围组织的硬度,从而分析弹性成像在预测MVI发生中的有效性,该研究的单变量分析显示,肿瘤邻近组织硬度和弹性应变率比在有无MVI之间具有显著差异,且肿瘤邻近组织硬度是MVI的保护因素。值得注意的是,ICC具有与HCC相似的危险因素(如慢性病毒性肝炎和肝硬化)^[27-28],并且ICC与引起胆道炎症和纤维化的疾病(如原发性硬化性胆管炎和原发性胆汁性肝硬化)之间存在相关性^[29]。因此,肿瘤周围纤维组织的状态对肿瘤硬度的影响不可忽视。研究表明,存在肝纤维化的患者,其肿瘤周围组织的硬度显著高于无肝纤维化患者,Zhong等^[30]将这种现象称为“僵硬边缘征”,并指出其形成可能与癌细胞对周围组织的侵袭有关。

然而,在评估位置较深或体积较大的肿瘤时,二维剪切波弹性成像技术因穿透能力有限、空间分辨率降低,会导致所获弹性图像的质量可靠性下降;同时该技

术存在显著的操作者依赖性,限制了其在临床中的广泛应用。

2 新兴技术对于预测ICC MVI的突破

2.1 超声影像组学 影像组学通过从医学图像中提取高维定量特征,并将成像数据转换为可分析的高通量、定量数据集,其不仅可以挖掘影像数据以开发预测模型,还可以与临床数据、病理学和基因组学数据相结合,在改善癌症诊断、预后及治疗反应方面表现出巨大潜力^[31]。

研究表明,影像组学在预测ICC复发及诊断MVI、基因突变、神经鞘侵犯和淋巴结侵犯方面具有突破性的应用前景^[32]。Peng等^[33]率先报道了使用超声影像组学方法非侵入性评估ICC MVI,研究者通过手动勾画灰阶超声图像上的肿瘤轮廓确定ICC的感兴趣区,并从中提取影像组学特征,该研究证实了使用超声影像组学方法预测ICC MVI的可行性,但模型的性能仍有较大提升空间。此后,多数研究基于CT或MRI影像组学以提高模型性能,相比之下,超声影像组学在预测ICC MVI方面却鲜有报道。关于超声影像组学在预测ICC MVI方面的应用,可参考其在预测HCC MVI中的方法,特别是将临床数据与超声影像特征相结合的策略。例如,Hu等^[34]从灰阶超声图像中提取影像组学特征,并在训练队列中构建影像组学评分,多因素回归分析显示,影像组学评分、甲胎蛋白和肿瘤大小是HCC MVI的独立预测因子;在MVI检测方面,影像组学列线图较临床列线图(基于甲胎蛋白和肿瘤大小)表现出更优的性能。

近年来,深度学习等人工智能算法在医学影像分析中取得了重大进展。与传统影像组学相比,深度学习在操作上不需要精确地分割病灶,避免了手动勾画感兴趣区带来的不稳定性,在提高模型性能的同时可有效避免过拟合现象^[32]。然而,目前基于超声深度学习模型预测ICC MVI的研究较少。随着多模态医学影像数据与人工智能技术的深度融合,影像组学和深度学习将成为非侵入式预测ICC MVI的研究趋势。

2.2 动态三维超声造影(three-dimensional contrast-enhanced ultrasound, 3D-CEUS) 虽然CEUS已广泛用于临床诊断,但其仅能显示病变表面,当病灶不规则、血管数目较多或血管走行扭曲时,CEUS难以立体显示肿瘤内部血管以及肿瘤与血管的空间关系。3D-CEUS基于血管造影的立体重建技术,能在极短时间内对感兴趣区域进行图像采集、重建和显示,可提供整个病变的动态

三维灌注图像,在显示肿瘤的血管特征(如数量、形态和连续性)及肿瘤内部的微灌注方面优于CEUS^[35]。目前的研究集中于使用动态3D-CEUS判断肝脏局灶性病变的良恶性以及评估肿瘤消融效果^[36-37],鉴于动态3D-CEUS在显示肿瘤微血管方面的独特优势,以及其在预测肿瘤预后方面的潜在价值,该技术有望成为未来评估ICC MVI的重要手段。

3 小结与展望

灰阶超声作为一种便捷、可重复性好且无辐射的检查手段,能够较为准确地评估肿瘤的大小、形态、数量、内部回声及边界等形态学特征,这些特征与ICC MVI状态存在关联,为其术前预测提供了重要依据。与此同时,超声新技术在临床中的应用日益广泛,CEUS可直观显示微血流灌注状态,而弹性成像则通过评估肿瘤硬度间接反映MVI情况。此外,影像组学、深度学习和动态3D-CEUS等新兴技术展现出预测MVI的强大潜力,正成为未来重要的研究方向和发展趋势。

然而,当前研究仍存在诸多局限性和挑战:(1)关于超声评估ICC MVI的研究有限,缺乏大规模、前瞻性和多中心验证研究来证实现有结论的普适性;(2)超声图像特征的判读具有一定主观性,可能导致不同研究者或研究中心之间结果的可重复性和可比性降低;(3)肿瘤位置、基础肝病以及既往治疗史等因素可能干扰超声表现,影响MVI评估的准确性。

综上所述,超声在无创评估ICC MVI方面已展现出重要价值,但仍需通过大规模研究、标准化判读、技术创新和多学科整合等方式,克服现有局限,最终实现更精准的术前评估,为个体化诊疗策略的制定提供更可靠的影像学依据。

利益冲突声明: 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明: 卫星彤负责选题,收集分析资料,撰写文章;赵欣参与选题,收集资料;李昊昌指导撰写文章,提供修改意见并最终定稿。

参考文献:

- [1] National Health Commission of the People's Republic of China. Standard for diagnosis and treatment of primary liver cancer (2024 edition) [J]. J Clin Hepatol, 2024, 40(5): 893-918. DOI: 10.12449/JCH240508.
中华人民共和国国家卫生健康委员会. 原发性肝癌诊疗指南(2024年版) [J]. 临床肝胆病杂志, 2024, 40(5): 893-918. DOI: 10.12449/JCH240508.
- [2] TJADEN C, HINZ U, KLAIBER U, et al. Distal bile duct cancer: Radiological (R0 > 1 mm) resection achieves favorable survival [J]. Ann Surg, 2023, 277(1): e112-e118. DOI: 10.1097/SLA.0000000000005012.
- [3] DING ZW, ZHAO YM, WANG L. Progress in surgical and systematic treatment of intrahepatic cholangiocarcinoma [J/OL]. Chin J Hepat Surg (Electronic Edition), 2025, 14(2): 187-196. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-3232.2025033.
丁志文, 赵一鸣, 王鲁. 肝内胆管癌手术与综合治疗 [J/OL]. 中华肝胆外科手术学电子杂志, 2025, 14(2): 187-196. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-3232.2025033.
- [4] CHOI WJ, WILLIAMS PJ, CLAASEN MPAW, et al. Systematic review and meta-analysis of prognostic factors for early recurrence in intrahepatic cholangiocarcinoma after curative-intent resection [J]. Ann Surg Oncol, 2022, 29: 4337-4353. DOI: 10.1245/s10434-022-11463-x.
- [5] GOUW ASH, BALABAUD C, KUSANO H, et al. Markers for microvascular invasion in hepatocellular carcinoma: Where do we stand [J]. Liver Transpl, 2011, 17(Suppl 2): S72-S80. DOI: 10.1002/lt.22368.
- [6] ZHANG XP, WANG K, WEI XB, et al. An eastern hepatobiliary surgery hospital microvascular invasion scoring system in predicting prognosis of patients with hepatocellular carcinoma and microvascular invasion after R0 liver resection: A large-scale, multicenter study [J]. Oncologist, 2019, 24(12): e1476-e1488. DOI: 10.1634/theoncologist.2018-0868.
- [7] OLIVEIRA IS, KILCOYNE A, EVERETT JM, et al. Cholangiocarcinoma: Classification, diagnosis, staging, imaging features, and management [J]. Abdom Radiol (NY), 2017, 42(6): 1637-1649. DOI: 10.1007/s00261-017-1094-7.
- [8] SPOLVERATO G, EJAZ A, KIM Y, et al. Tumor size predicts vascular invasion and histologic grade among patients undergoing resection of intrahepatic cholangiocarcinoma [J]. J Gastrointest Surg, 2014, 18(7): 1284-1291. DOI: 10.1007/s11605-014-2533-1.
- [9] ZHOU Y, WANG XL, XU C, et al. Mass-forming intrahepatic cholangiocarcinoma: Can diffusion-weighted imaging predict microvascular invasion [J]. J Magn Reson Imaging, 2019, 50(1): 315-324. DOI: 10.1002/jmri.26566.
- [10] CHEN S, WAN LJ, ZHAO R, et al. Nomogram based on preoperative clinical and MRI features to estimate the microvascular invasion status and the prognosis of solitary intrahepatic mass-forming cholangiocarcinoma [J]. Abdom Radiol (NY), 2024, 49(2): 425-436. DOI: 10.1007/s00261-023-04079-6.
- [11] GUO JY, WANG MB, XUE SY, et al. Establishment a nomogram model for preoperative prediction of the risk of cholangiocarcinoma with microvascular invasion [J]. Eur J Surg Oncol, 2025, 51(1): 109361. DOI: 10.1016/j.ejso.2024.109361.
- [12] CAI CP, WANG XJ, FU QR, et al. The VEGF expression associated with prognosis in patients with intrahepatic cholangiocarcinoma: A systematic review and meta-analysis [J]. World J Surg Oncol, 2022, 20(1): 40. DOI: 10.1186/s12957-022-02511-7.
- [13] YUAN MX, LI R, ZHANG YJ, et al. Enhancement patterns of intrahepatic cholangiocarcinoma on contrast-enhanced ultrasound: Correlation with clinicopathologic findings and prognosis [J]. Ultrasound Med Biol, 2019, 45(1): 26-34. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2018.08.014.
- [14] JANG HJ, KIM DH, CHOI SH, et al. Preoperative prediction of microvascular invasion in intrahepatic cholangiocarcinoma and its prognostic implications: A multicenter study [J]. Liver Cancer, 2025. DOI: 10.1159/000547071. [Epub ahead of print]
- [15] MA XJ, LIU LH, FANG J, et al. MRI features predict microvascular invasion in intrahepatic cholangiocarcinoma [J]. Cancer Imaging, 2020, 20(1): 40. DOI: 10.1186/s40644-020-00318-x.
- [16] SALEH M, VIRARKAR M, BURA V, et al. Intrahepatic cholangiocarcinoma: Pathogenesis, current staging, and radiological findings [J]. Abdom Radiol (NY), 2020, 45(11): 3662-3680. DOI: 10.1007/s00261-020-02559-7.
- [17] GUO HL, ZHENG X, CHENG MQ, et al. Contrast-enhanced ultra-

- sound for differentiation between poorly differentiated hepatocellular carcinoma and intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. J Ultrasound Med, 2022, 41(5): 1213-1225. DOI: 10.1002/jum.15812.
- [18] AINORA ME, CERRITO L, LIGUORI A, et al. Multiparametric dynamic ultrasound approach for differential diagnosis of primary liver tumors[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(10): 8548. DOI: 10.3390/ijms24108548.
- [19] WANG XH, LIANG P, YU J, et al. Contrast-enhanced ultrasound features predict the prognosis of percutaneous microwave ablation of intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. Br J Radiol, 2022, 95(1133): 20211379. DOI: 10.1259/bjr.20211379.
- [20] SIRICA AE, GORES GJ. Desmoplastic stroma and cholangiocarcinoma: Clinical implications and therapeutic targeting[J]. Hepatology, 2014, 59(6): 2397-2402. DOI: 10.1002/hep.26762.
- [21] ALISON MR. Liver stem cells: Implications for hepatocarcinogenesis[J]. Stem Cell Rev, 2005, 1(3): 253-260. DOI: 10.1385/SCR: 1: 3: 253.
- [22] ZHU MR, ZHAO CK, SUN YK, et al. Subtype prediction of intrahepatic cholangiocarcinoma using dynamic contrast-enhanced ultrasound[J]. Insights Imaging, 2024, 15(1): 119. DOI: 10.1186/s13244-024-01683-y.
- [23] AFFO S, YU LX, SCHWABE RF. The role of cancer-associated fibroblasts and fibrosis in liver cancer[J]. Annu Rev Pathol, 2017, 12: 153-186. DOI: 10.1146/annurev-pathol-052016-100322.
- [24] PISCAGLIA F, SALVATORE V, MULAZZANI L, et al. Ultrasound shear wave elastography for liver disease. a critical appraisal of the many actors on the stage[J]. Ultraschall Med, 2016, 37(1): 1-5. DOI: 10.1055/s-0035-1567037.
- [25] CARPINO G, OVERI D, MELANDRO F, et al. Matrisome analysis of intrahepatic cholangiocarcinoma unveils a peculiar cancer-associated extracellular matrix structure[J]. Clin Proteomics, 2019, 16: 37. DOI: 10.1186/s12014-019-9257-x.
- [26] XU CC, JIANG D, TAN BB, et al. Preoperative diagnosis and prediction of microvascular invasion in hepatocellular carcinoma by ultrasound elastography[J]. BMC Med Imaging, 2022, 22(1): 88. DOI: 10.1186/s12880-022-00819-0.
- [27] TIAN QY, YU J, HUANG G. Pathogenesis of hepatitis B-associated intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. J Clin Hepatol, 2024, 40(4): 797-803. DOI: 10.12449/JCH240425.
- 田奇玉, 余建, 黄罡. 乙型肝炎相关肝内胆管癌的发病机制[J]. 临床肝胆病杂志, 2024, 40(4): 797-803. DOI: 10.12449/JCH240425.
- [28] SHI ML, SHEN Y, WANG MD, et al. Interpretation of clinical practice guidelines of diagnosis and treatment of hepatobiliary tumors: hepatocellular carcinoma and intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. Chin J Dig Surg, 2024, 23(2): 188-196. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20231212-00251.
- 石明亮, 申洋, 王明达, 等. 肝胆肿瘤临床诊疗实践系列指南解读: 肝细胞癌和肝内胆管癌[J]. 中华消化外科杂志, 2024, 23(2): 188-196. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20231212-00251.
- [29] MASSARWEH NN, EL-SERAG HB. Epidemiology of hepatocellular carcinoma and intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. Cancer Control, 2017, 24(3): 1073274817729245. DOI: 10.1177/1073274817729245.
- [30] ZHONG X, CHEN LL, LONG HY, et al. The "stiff rim" sign of hepatocellular carcinoma on shear wave elastography: Correlation with pathological features and potential prognostic value[J]. Abdom Radiol (NY), 2022, 47(12): 4115-4125. DOI: 10.1007/s00261-022-03628-9.
- [31] MA JM, SUN L, LI XM, et al. Research progress of radiomics in predicting microvascular invasion of intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. Chin J Magn Reson Imag, 2024, 15(12): 224-227, 234. DOI: 10.12015/issn.1674-8034.2024.12.035.
- 马佳美, 孙柳, 李晓萌, 等. 影像组学预测肝内胆管癌微血管侵犯的研究进展[J]. 磁共振成像, 2024, 15(12): 224-227, 234. DOI: 10.12015/issn.1674-8034.2024.12.035.
- [32] XU L, CHEN ZA, ZHU D, et al. The application status of radiomics-based machine learning in intrahepatic cholangiocarcinoma: Systematic review and meta-analysis[J]. J Med Internet Res, 2025, 27: e69906. DOI: 10.2196/69906.
- [33] PENG YT, ZHOU CY, LIN P, et al. Preoperative ultrasound radiomics signatures for noninvasive evaluation of biological characteristics of intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. Acad Radiol, 2020, 27(6): 785-797. DOI: 10.1016/j.acra.2019.07.029.
- [34] HU HT, WANG Z, HUANG XW, et al. Ultrasound-based radiomics score: A potential biomarker for the prediction of microvascular invasion in hepatocellular carcinoma[J]. Eur Radiol, 2019, 29(6): 2890-2901. DOI: 10.1007/s00330-018-5797-0.
- [35] MAO LJ, CAO JY, WANG WP, et al. Application of dynamic three-dimensional contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of focal liver lesions[J]. Fudan Univ J Med Sci, 2021, 48(5): 598-602. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8467.2021.05.005.
- 毛丽娟, 曹佳颖, 王文平, 等. 动态三维超声造影在肝局灶性病变诊断中的应用[J]. 复旦学报(医学版), 2021, 48(5): 598-602. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8467.2021.05.005.
- [36] SONG Y, CHENG JL, ZHANG RF. Contribution of 3-dimensional contrast-enhanced ultrasonography (CEUS) compared with 2-dimensional CEUS in the analysis of liver tumors[J]. J Ultrasound Med, 2018, 37(5): 1117-1128. DOI: 10.1002/jum.14458.
- [37] CAO JY, YU LY, LIN C, et al. Dynamic three-dimensional contrast-enhanced ultrasonography for local minimally invasive treatment assessment on a rabbit hepatic VX2 tumor model[J]. Chin J Ultrasound Med, 2019, 35(11): 1034-1037.
- 曹佳颖, 于凌云, 林冲, 等. 动态三维超声造影评估兔肝VX2肿瘤局部微创治疗效果的实验研究[J]. 中国超声医学杂志, 2019, 35(11): 1034-1037.

收稿日期: 2025-08-17; 录用日期: 2025-11-03

本文编辑: 葛俊

引证本文: WEI XT, LI HC, ZHAO X. Value of ultrasound in assessing microvascular invasion of intrahepatic cholangiocarcinoma and related technical advances[J]. J Clin Hepatol, 2026, 42(5): 1236-1240.

卫星彤, 李昊昌, 赵欣. 超声对肝内胆管癌微血管侵犯的评估价值与技术进展[J]. 临床肝胆病杂志, 2026, 42(5): 1236-1240.