



· 综述 ·

2023年中国肝病超声临床研究年度进展

韩红^{1, 2}, 陆清¹, 范培丽¹, 朱宇莉¹, 徐辉雄^{1, 2, 3}

1. 复旦大学附属中山医院超声科, 上海 200032;
2. 复旦大学超声医学与工程研究所, 上海 200032;
3. 上海市影像医学研究所, 上海 200032

[摘要] 近年来, 中国在肝脏疾病超声研究领域取得了显著进展, 为临床诊断和治疗提供了更加准确和可靠的手段。回顾2023年中国肝脏超声临床研究可以发现: 弥漫性肝病的临床研究热点主要为脂肪肝的超声定量评估及超声新技术诊断肝纤维化; 局灶性肝病临床研究以肝肿瘤精准诊断及人工智能技术相关应用为主要方向; 而肝脏微创介入诊疗领域研究主要涵盖肝肿瘤消融治疗策略优化、消融术后并发症风险评估及预后判断等。2023年肝脏指南与共识等方面的研究成果也将在本文中一并介绍。

[关键词] 肝脏; 超声; 诊断; 微创治疗; 人工智能

中图分类号: R735.7; R445.1 文献标志码: A DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2024.04.015

Annual progress in ultrasound clinical research on liver diseases in China in 2023 HAN Hong^{1, 2}, LU Qing¹, FAN Peili¹, ZHU Yuli¹, XU Huixiong^{1, 2, 3} (1. Department of Ultrasound, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China; 2. Institute of Ultrasound in Medicine and Engineering of Fudan University, Shanghai 200032, China; 3. Shanghai Institute of Medical Imaging, Shanghai 200032, China)

Correspondence to: XU Huixiong E-mail: xuhuixiong@126.com

[Abstract] In recent years, China has made significant progress in the field of liver ultrasound research, providing more accurate and reliable means for clinical diagnosis and treatment. Reviewing the clinical research on liver ultrasound in China in 2023, the hotspots in clinical research on diffuse liver diseases are mainly the quantitative assessment of fatty liver and the diagnosis of liver fibrosis with new ultrasound technologies. The clinical research on focal liver diseases focuses on the precise diagnosis of liver tumors and the related applications of artificial intelligence technology. In the field of diagnosis and treatment of liver disease with minimally invasive interventional ultrasound, it covers the optimization of ablation treatment strategies in liver tumors, the risk assessment of post-ablation complications, and prognosis evaluation, etc. The achievements in the field of liver guidelines and consensus in 2023 will also be introduced in this article.

[Key words] Liver; Ultrasound; Diagnosis; Minimally invasive therapy; Artificial intelligence

中国作为全球肝病发病率和死亡率较高的国家之一, 肝病的预防和治疗一直是医疗卫生领域重点关注的问题。而超声在肝病临床诊治及监测中也发挥着越来越重要的作用。2023年, 有关肝脏超声领域临床研究, 全球SCI收录期刊共发表相关论文近400篇, 其中源自中国超声医学工作者的超过100篇, 居全球首位。涉及肝脏局灶性病变 (focal liver lesion, FLL)、弥漫性肝病及肝脏介入超声等各类相关临床研究。

本文就2023年中国肝病超声临床研究的主要进展作一综述, 一方面希望通过分析2023年国内肝病超声临床研究的最新动态和研究成果, 帮助提高医疗从业者对肝病超声诊断技术的认知, 为后续肝病诊疗工作的开展提供重要参考; 另一方面也希望通过梳理2023年肝病超声临床研究的前沿课题和发展趋势, 分析其挑战及不足, 从而帮助预测未来肝病超声诊疗技术的发展走向, 为明确相关领域的创新方向提供参考。

基金项目: 国家自然科学基金 (82202173); 上海市卫生健康委员会科研项目 (202340087); 复旦大学附属中山医院科技创新基金 (2023-2ZSCX19)

通信作者: 徐辉雄 E-mail: xuhuixiong@126.com

1 肝弥漫性病变的超声评估

肝弥漫性病变是肝脏超声检查的重要内容，近年来新的成像技术与方法弥补了既往常规超声检查的不足，有助于更全面、更精准地评估肝弥漫性病变。

1.1 脂肪肝领域多项临床研究开展

代谢相关脂肪性肝病在全球范围内均呈高发趋势，是目前最常见的慢性肝病病因。2023年6月24日，美国肝病研究学会（American Association for the Study of Liver Diseases, AASLD）、欧洲肝脏研究学会（European Association for the Study of the Liver, EASL）以及拉丁美洲肝脏研究协会（Asociacion Latinoamericana para el Estudio del Hígado, ALEH）牵头发布德尔菲共识，建议以代谢功能障碍相关脂肪变性肝病（metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease, MASLD）取代非酒精性脂肪性肝病，对疾病进行确定性的诊断而非排他性诊断。更新命名的同时，MASLD的早期筛查、无创分级及疗效评估也成为目前研究的热点。

2023年，中国开展的多项临床研究^[1-3]已初步证实了超声衰减成像等定量技术在代谢相关脂肪性肝病中的临床应用价值，检测 $\geq 5\%$ 肝脂肪变性的AUC 0.86~0.96不等。且3次有效的肝脏衰减系数测量就足以确保肝脂肪变性评估的准确性和可重复性^[4]。但目前的研究结果多来自单中心，后续仍需大型多中心研究进一步验证分析。

1.2 多种创新方法用于评估肝纤维化及肝储备功能

2023年，中国学者开展了多中心研究^[5]，进一步深化评估了超声弹性成像在肝纤维化评估中的应用。在该基础上，多个研究团队^[6-7]开发了基于二维剪切波弹性值和临床指标构建的评估肝切除术后肝衰风险预测模型，并显示该类模型有较高的预测准确度及性能。

值得提出的是，2023年肝纤维化及肝储备功能评估领域出现创新方法：四川大学华西医院Qiu等^[8]应用光声成像结合吲哚菁绿（indocyanine green, ICG）评估人体肝脏储备功

能，结果表明光声成像方法与被视为“金标准”的分光光度法之间存在很强的相关性（ $r=0.9649$ ）。同时光声成像具有与商用超声平台有机共融的先天优势，具有良好的临床转化前景。Liu等^[9]的研究证实，融合超声造影（contrast-enhanced ultrasound, CEUS）视频片段，灰阶超声、临床参数等多模态数据的深度学习模型可明显提高肝纤维化（ $\geq F2$ ）的诊断效能，优于基于时间强度曲线、纤维化生物标志物和经验丰富放射科医师的视觉评估等传统单模态方法。

在肝硬化高危静脉曲张筛查方面，超声弹性成像的价值受到关注。Cheng等^[10]在2023年EASL年会发表研究证实肝硬化患者采用Baveno VI标准和Baveno VII算法（Baveno VI标准结合SSM ≤ 40 kPa）都可以安全地排除高危静脉曲张患者，避免食管胃十二指肠镜的筛查。在代偿性肝硬化患者中，Baveno VII算法能豁免更多不必要的食管胃十二指肠镜监测。

2 FLL的超声评估

2023年国内FLL超声临床研究仍主要聚焦于肿瘤精准诊断及预后疗效判断。复旦大学附属中山医院Zhao等^[11]的前瞻性研究进一步明确了CEUS在评价肝细胞癌（hepatocellular carcinoma, HCC）靶向免疫治疗效果中的价值；Zhou等^[12]的研究也表明CEUS在预测肝转移瘤化疗加靶向治疗的效果时同样具有潜在价值。2023年，围绕肝肿瘤恶性风险分层的研究进一步深入；而超声人工智能新技术也充分显示了其对FLL精准诊断的价值。

2.1 肝肿瘤CEUS恶性风险分层进一步精细化

CEUS肝脏影像报告和数据系统（Liver Imaging Reporting and Data System, LI-RADS）是由美国放射学会制订的针对HCC高风险患者FLL的标准化报告和分类系统。CEUS LI-RADS是为纯血池造影剂（如六氟化硫）CEUS诊断HCC而设计的，虽然Kupffer细胞造影剂（如全氟丁烷）可以在Kupffer期对病灶提供额外的特征描述，但其目前仍未被纳入LI-RADS中。Li等^[13]在一项多中心前瞻性研究中招募了同时接受六氟化硫和全氟丁烷造影的375例HCC高危患者，

共计424个病灶。每个病灶分别按3种LI-RADS方法进行风险分类:六氟化硫LI-RADS、全氟丁烷LI-RADS和改良的全氟丁烷LI-RADS。改良的全氟丁烷LI-RADS: ≥ 10 mm非环状动脉期高增强(arterial phase high enhancement, APHE)不伴有减退病灶如在Kupffer期出现减退,则病灶将从LR-4升级为LR-5;出现早期廓清的病灶如在Kupffer期表现为轻度廓清,则从LR-M重新分配为LR-5。结果显示基于CEUS LI-RADS,六氟化硫和全氟丁烷对HCC诊断均具有较高的特异度和相对较低的灵敏度,当结合Kupffer期特征时,全氟丁烷具有更高的灵敏度,且不降低特异度。该项研究结果2023年发表于*Radiology*杂志上,为全氟丁烷纳入CEUS LI-RADS提供了一定依据。

2023年国内有多项研究对CEUS LI-RADS进行改良应用以提高其对肝肿瘤良恶性分类的效能及扩大适用范围。Wu等^[14]的研究发现,肿瘤存在滋养动脉是区分HCC和癌前病变的一个有价值的特征,将其作为CEUS LI-RADS中补充辅助特征后,LR-5诊断HCC的灵敏度和准确度分别从68.67%及69.23%提高至77.51%及73.79%。

CEUS LI-RADS适用于HCC高危人群,针对其在非HCC高危人群中的应用存在争议。有研究者^[15-16]将CEUS LI-RADS进行了针对性改良,结果发现改良版CEUS LI-RADS同样适合对非HCC高危人群的肝占位性病变进行恶性风险分层,其诊断效能高于欧洲超声医学与生物学联合会(European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology, EFUMB)标准,且非常适合新手医师。

2.2 大数据及人工智能技术助力FLL精准诊断

原发性肝癌诊治指南(2022版)与肝癌新辅助治疗中国专家共识(2023版)指出,基于术前影像组学模型定义的高复发人群建议加入新辅助治疗。人工智能在HCC高复发人群认定及预后预测中的作用已经得到广泛认可^[17-18]。

人工智能新技术同样显示了其在肝肿瘤精准诊断方面的应用价值。2023年,解放军总医院Yang等^[19]发表的一项大规模多中心临床研究中纳入了6 784例患者及9 631张图像,研究时间跨

跃近20年,涵盖84家医院。研究应用人工智能深度卷积神经网络模型对肝脏包虫病分型、活动性判断及与其他肝脏良恶性占位性病变进行鉴别,结果显示ResNet-50网络架构可区分包虫病与其他肝脏占位性病变(第一阶段);区分肺泡型包虫病与囊性包虫病及其他FLL(第二阶段);区分活动性和移行性囊性包虫病与非活动性包虫病(第三阶段)。与高流行地区的高年资医师相比,人工智能模型识别棘球蚴病表现出更好的诊断性能(AUC: 0.942 vs 0.844; $P=0.027$)。Chen等^[20]同样发现,Resnet18深度学习模型在鉴别诊断混合型肝癌方面表现优异,其灵敏度、特异度、准确度和AUC分别达到84.59%、92.65%、86.00%及0.923 7。Li等^[21]的研究认为,基于CEUS的机器学习模型有助于鉴别同时合并慢性乙肝以及肝外恶性肿瘤患者中的肝占位性病变,而此类患者中的肝肿瘤鉴别诊断一直是临床难点。

2.3 其他超声新技术在FLL诊断中的应用

除大数据及人工智能技术外,2023年同样报道了其他多项超声新技术在FLL中的应用研究。Han等^[22]的研究认为,CEUS与超微血流成像(microflow imaging, MFI)同屏显示技术能同步显示肝肿瘤内造影剂进入及廓清过程以及肝肿瘤血管架构。CEUS-MFI能够检测到比MFI和CDFI更多的肝脏肿瘤内血管。与单纯应用CEUS相比,应用CEUS-MFI可提高肝肿瘤诊断准确度,医师诊断有信心病例数从CEUS的88.4%增加到CEUS-MFI的92.4%。

2023年,Jiang等^[23]的前瞻性研究发现,剪切波弹性成像在预测HCC微血管浸润(microvascular infiltration, MVI)中有价值,认为肿瘤周边部最大弹性值是MVI独立危险因素(OR=2.82)。Zhong等^[6]的研究同样认为,瘤周硬度和邻近肝脏硬度对预测HCC根治性切除术后肿瘤复发具有重要价值。

3 肝脏超声微创介入诊疗

2023年中国在肝肿瘤热消融治疗方向发表了多项高质量临床研究结果,有望帮助临床优化治疗方案,从而提高消融治疗的安全性及有效性。

3.1 肝肿瘤热消融治疗决策优化

肝细胞癌的热消融治疗临床受益已得到肯定，解放军总医院的2项国内多中心回顾性研究^[24-25]提出，前期热消融（全身治疗开始前2~4周）为消融最佳时机，与延迟热消融（全身治疗开始后2~3个月）相比，可获得更好的无进展生存期和无病生存期。

联合消融方式被认为是一种既能降低肿瘤负荷又能增强抗肿瘤免疫力的潜在治疗方法。Tang等^[26]的研究表明，针对不可切除的结直肠癌肝转移，系统治疗联合高强度聚焦超声技术（high intensity focused ultrasound, HIFU）消融可安全并显著地提高肿瘤的局部控制率并延长中位无进展生存期，尤其是对于<5.0 cm的病灶。

2023年，Luo等^[27]通过消融治疗结直肠癌肝转移瘤发现，与计算机体层成像（computed tomography, CT）引导相比，超声引导具有平均手术时间短、成本低以及适合年龄>60岁的患者和降低邻近血管病变的1年累积局部肿瘤进展发生率的优势。Meng等^[28]的研究也认为，超声引导下可实现对困难部位（膈顶，大血管旁及胆囊旁）病灶进行安全、微创及有效的消融，研究也再一次为超声引导消融的价值提供了确凿证据。而当灰阶超声下病灶显示不清时，采用CEUS引导消融可以更好地控制肿瘤^[29]。

3.2 肝恶性肿瘤热消融术后并发症风险及预后预测

肝脏恶性肿瘤经皮热消融术后感染并发症不常见，但可能致命，了解危险因素和早期预测至关重要。中山大学第一附属医院Li等^[30]对来自中国的12年单中心回顾性大样本（7 545例手术/3 167例患者）研究结果显示，消融术后感染并发症发生率为1.1%，其中18%（14/80）为严重并发症，10%（8/80）死亡。总体感染并发症的独立风险因素包括既往胆道介入治疗、既往经动脉化疗栓塞和最大肿瘤的大小；在此基础上，包膜下位置是肝胆感染的额外风险因素，该项研究结果2023年发表于*Radiology*杂志。

在肝恶性肿瘤消融术后早期复发的风险预测方面，Zhao等^[31]基于消融术前肿瘤CEUS定量分析数据及临床关键特征信息（术前化疗、原发

性结直肠癌淋巴结转移和T分期），构建了可较好预测结直肠癌肝转移瘤热消融治疗后早期复发的预测模型，有助于临床医师作出正确的治疗决策。而Huang等^[32]的研究也表明，血清甲胎蛋白水平、肿瘤负荷评分和白蛋白胆红素等级是HCC患者射频消融术后总生存期的独立预测因素。

3.3 超声新技术辅助微创治疗

2023年，中国学者设计并实践了应用腹腔镜超声结合ICG荧光显像指导肝切除的新方法：通过术前三维模拟和术中腹腔镜超声成像引导，经门静脉注射ICG溶液，再依据荧光成像下的分界线指导Ⅶ和Ⅷ段肝切除。该技术被认为是腹腔镜解剖性肝段切除的最佳方法，也是微创肝切除理念的创新实践^[33]。

3D打印技术具有很大的医学应用潜能。中国学者通过计算机软件对CT数据进行3D重建，并使用3D打印技术制造体外定位导向器辅助超声定位肿瘤，引导微波消融肝癌，辅助超声定位有效率可达76.92%^[34]。

超声融合成像对辅助肝癌微波消融同样有价值。对于直径较大的肝脏恶性肿瘤灶（直径3~7 cm），技术有效率可达97.1%（34/35），局部肿瘤进展率仅8.8%（3/34），2年累积总生存率达到96.7%，有望成为有效且安全的治疗策略^[35]。

4 肝脏疾病相关指南共识

2023年国内陆续发布了一些肝脏相关指南共识和诊疗规范。指南和共识的颁布可在很大程度上提高肝脏超声诊疗的质量和效率。

4.1 肝硬化门静脉高压专家共识

门脉高压是影响肝硬化的重要因素，也是肝硬化并发症如食管胃底静脉曲张等发生、发展的决定性因素。门脉高压的早诊早治可以显著改善患者的预后^[36]。2023年中华医学会超声分会、中国门静脉高压联盟发起并组织制订的《中国超声弹性成像技术诊断肝硬化门静脉高压专家共识（2023版）》^[37]，规范了超声弹性成像技术操作规范，同时标准化了肝硬度和脾硬度在代偿期进展性慢性肝病、临床显著门脉高压、胃镜筛查、门静脉高压危险分层以及个体化管理等方面

的临床应用。

4.2 肝移植超声临床实践指南

肝移植是目前治疗终末期肝病的有效手段之一。规范的超声检查对于移植肝长期存活及提高受者生存质量至关重要。由复旦大学附属中山医院超声科牵头,中华医学会超声医学分会联合全国各学科专家颁布制定了《肝移植超声临床实践指南(2023版)》^[38]。该指南进一步规范了超声及超声新技术在移植肝随访中的标准及相关阈值,为医务人员在移植肝超声临床实践中提供了更为规范、安全及有效的参考。

5 总结与展望

回顾2023年,中国在肝脏疾病超声临床研究领域进行了大量探索与实践,取得了许多开拓性研究成果。这些研究不仅丰富了我们对肝病超声的认识,也为肝脏疾病的超声早期诊治提供了更加准确和可靠的手段。

与国外肝病超声相关研究对比,我们的工作仍存在一些挑战与不足:例如肝肿瘤超声监测方面,国内在技术创新类和医工交叉类的研究仍不足;国内很多临床研究实施还不够规范,高质量的研究较少。然而,中国在肝病超声临床研究方面也有其优势及特点:中国人口基数庞大,肝病类型丰富,研究机构众多,在开展大数据人工智能、多中心研究方向前景广阔。

我们相信,未来会出现更多的超声创新技术进一步完善和拓展肝脏疾病的超声诊治,也会有更多基于中国人群的高质量、多中心、大样本的临床研究开展,这不仅可为中国肝脏超声诊疗提供更多科学可靠的证据,也将有助于最终实现更好地造福患者的目的。

[参 考 文 献]

- [1] ZHU Y L, YIN H H, ZHOU D, et al. A prospective comparison of three ultrasound-based techniques in quantitative diagnosis of hepatic steatosis in NAFLD [J]. *Abdom Radiol*, 2024, 49(1): 81-92.
- [2] HUANG Y L, BIAN H, ZHU Y L, et al. Quantitative diagnosis of nonalcoholic fatty liver disease with ultrasound attenuation imaging in a biopsy-proven cohort [J]. *Acad Radiol*, 2023, 30(Suppl 1): S155-S163.
- [3] MA Q F, GONG L F, MA L Y, et al. Application of ultrasound attenuation imaging and shear wave elastography in the diagnosis of metabolic fatty liver disease [J]. *Biotechnol Genet Eng Rev*, 2023: 1-12.
- [4] LI X Q, HUANG X J, CHENG G W, et al. Optimizing the number of valid measurements for the attenuation coefficient to assess hepatic steatosis in MAFLD patients: a study of 139 patients who underwent liver biopsy [J]. *Ultraschall Med*, 2023.
- [5] SONG L, ZHAO L, DENG J Q, et al. Staging liver fibrosis in patients with chronic hepatitis B using two-dimensional shear wave elastography based on histopathological findings: a prospective multicenter study [J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2023, 13(4): 2376-2387.
- [6] ZHONG X, LONG H Y, CHEN L L, et al. Stiffness on shear wave elastography as a potential microenvironment biomarker for predicting tumor recurrence in HBV-related hepatocellular carcinoma [J]. *Insights Imaging*, 2023, 14(1): 147.
- [7] WU L L, WU Y K, JIN J Y, et al. An optimal prognostic model based on multiparameter ultrasound for acute-on-chronic liver failure [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2023, 49(9): 2183-2190.
- [8] QIU T T, PENG C H, HUANG L, et al. ICG clearance test based on photoacoustic imaging for assessment of human liver function reserve: an initial clinical study [J]. *Photoacoustics*, 2023, 31: 100511.
- [9] LIU Z, LI W, ZHU Z Q, et al. Correction: A deep learning model with data integration of ultrasound contrast-enhanced micro-flow cines, B-mode images, and clinical parameters for diagnosing significant liver fibrosis in patients with chronic hepatitis B [J]. *Eur Radiol*, 2023, 33(8): 5908.
- [10] CHENG X, TANG Y J, HE Q J, et al. Spleen-dedicated stiffness measurement performed well to rule out high-risk varices in HBV-related hepatocellular carcinoma: screening for high-risk varices in HCC [J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2024, 59(5): 680-691.
- [11] ZHAO C K, GUAN X, PU Y Y, et al. Response evaluation using contrast-enhanced ultrasound for unresectable advanced hepatocellular carcinoma treated with tyrosine kinase inhibitors plus anti-PD-1 antibody therapy [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2024, 50(1): 142-149.
- [12] ZHOU B Y, LIU H, PU Y Y, et al. Quantitative analysis of pre-treatment dynamic contrast-enhanced ultrasound for assessing the response of colorectal liver metastases to chemotherapy plus targeted therapy: a dual-institutional study [J]. *Abdom Radiol*, 2024, 49(2): 414-424.
- [13] LI L L, ZOU X B, ZHENG W, et al. Contrast-enhanced US with sulfur hexafluoride and perfluorobutane: LI-RADS for diagnosing hepatocellular carcinoma [J]. *Radiology*, 2023, 308(2): e230150.
- [14] WU J P, ZHAO Q X, WANG Y L, et al. Feeding artery: a valuable feature for differentiation of regenerative nodule, dysplastic nodules and small hepatocellular carcinoma in CEUS LI-RADS [J]. *Eur Radiol*, 2024, 34(2): 745-754.
- [15] ZHANG Y, LI Q, LI L, et al. Diagnostic performance of modified contrast-enhanced ultrasound Liver Imaging Reporting and

- Data System in patients without risk factors for hepatocellular carcinoma: comparison with world federation for ultrasound in medicine and biology guideline [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2024, 50(2): 243–250.
- [16] XIAN M F, LI W, LAN W T, et al. Strategy for accurate diagnosis by contrast-enhanced ultrasound of focal liver lesions in patients not at high risk for hepatocellular carcinoma: a preliminary study [J]. *J Ultrasound Med*, 2023, 42(6): 1333–1344.
- [17] QIN X C, ZHU J H, TU Z Z, et al. Contrast-enhanced ultrasound with deep learning with attention mechanisms for predicting microvascular invasion in single hepatocellular carcinoma [J]. *Acad Radiol*, 2023, 30(Suppl 1): S73–S80.
- [18] QIN X C, HU X M, XIAO W H, et al. Preoperative evaluation of hepatocellular carcinoma differentiation using contrast-enhanced ultrasound-based deep-learning radiomics model [J]. *J Hepatocell Carcinoma*, 2023, 10: 157–168.
- [19] YANG Y F, CAIRANG Y D, JIANG T A, et al. Ultrasound identification of hepatic echinococcosis using a deep convolutional neural network model in China: a retrospective, large-scale, multicentre, diagnostic accuracy study [J]. *Lancet Digit Health*, 2023, 5(8): e503–e514.
- [20] CHEN J N, ZHANG W B, BAO J W, et al. Implications of ultrasound-based deep learning model for preoperatively differentiating combined hepatocellular–cholangiocarcinoma from hepatocellular carcinoma and intrahepatic cholangiocarcinoma [J]. *Abdom Radiol*, 2024, 49(1): 93–102.
- [21] LI J M, LI H R, XIAO F, et al. Comparison of machine learning models and CEUS LI–RADS in differentiation of hepatic carcinoma and liver metastases in patients at risk of both hepatitis and extrahepatic malignancy [J]. *Cancer Imaging*, 2023, 23(1): 63.
- [22] HAN H, JI Z B, HUANG B J, et al. The preliminary application of simultaneous display of contrast-enhanced ultrasound and micro-flow imaging technology in the diagnosis of hepatic tumors [J]. *J Ultrasound Med*, 2023, 42(3): 729–737.
- [23] JIANG D, QIAN Y, TAN B B, et al. Preoperative prediction of microvascular invasion in hepatocellular carcinoma using ultrasound features including elasticity [J]. *World J Gastrointest Surg*, 2023, 15(9): 2042–2051.
- [24] LI J, LIU G, XIE X, et al. Outcomes following different thermal ablation strategies in patients with unresectable colorectal liver metastases [J]. *Radiology*, 2023, 308(2): e223135.
- [25] LI J, YU J, LIU G, et al. Up-front versus delayed thermal ablation for colorectal liver oligometastases: a multicenter retrospective study using propensity score matching [J]. *Am J Roentgenol*, 2023, 220(6): 885–899.
- [26] TANG F, ZHONG Q, NI T T, et al. High-intensity focused ultrasound ablation combined with systemic therapy for unresectable colorectal cancer liver metastasis: a propensity score-matched analysis [J]. *Cancer Med*, 2023, 12(24): 21985–21995.
- [27] LUO M, PENG S, YANG G, et al. Percutaneous ablation of liver metastases from colorectal cancer: a comparison between the outcomes of ultrasound guidance and CT guidance using propensity score matching [J]. *Ultrasonography*, 2023, 42(1): 54–64.
- [28] MENG Y F, JIANG B B, YAN K, et al. Evaluation of the safety and efficacy of ultrasound-guided percutaneous radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma and liver metastases adjacent to the gallbladder [J]. *Int J Hyperthermia*, 2023, 40(1): 2182748.
- [29] QIN S, ZHOU J W, CUI R, et al. Percutaneous ablation of colorectal liver metastases: a comparison between the outcomes of grayscale US guidance and Sonazoid CEUS Kupffer phase guidance using propensity score matching [J]. *Int J Hyperthermia*, 2023, 40(1): 2260573.
- [30] LI X J, ZHANG Y T, WANG X L, et al. Predicting infectious complications after percutaneous thermal ablation of liver malignancies: a 12-year single-center experience [J]. *Radiology*, 2023, 308(2): e223091.
- [31] ZHAO Q X, HE X L, WANG K, et al. Deep learning model based on contrast-enhanced ultrasound for predicting early recurrence after thermal ablation of colorectal cancer liver metastasis [J]. *Eur Radiol*, 2023, 33(3): 1895–1905.
- [32] HUANG J Z, CUI W, XIE X H, et al. A novel prognostic model based on AFP, tumor burden score and Albumin–Bilirubin grade for patients with hepatocellular carcinoma undergoing radiofrequency ablation [J]. *Int J Hyperthermia*, 2023, 40(1): 2256498.
- [33] SUN J, LU Z Y, ZHAI J X, et al. Laparoscopic anatomical liver resection of segment VIII by using ICG fluorescence positive staining under the guidance of laparoscopic ultrasonography [J]. *Ann Surg Oncol*, 2023, 30(12): 7358–7359.
- [34] ZHANG Y, WANG M Y, WANG L K, et al. Preliminary study of 3D printing technology for extracorporeal positioning guide assisted ultrasound-guided microwave ablation of the liver [J]. *Expert Rev Med Devices*, 2023, 20(12): 1227–1233.
- [35] YANG J, LIANG S, LIU H H, et al. Efficacy and safety of microwave ablation assisted by ultrasound fusion imaging for primary and secondary liver cancers with a diameter of 3–7 Cm [J]. *J Hepatocell Carcinoma*, 2023, 10: 1839–1848.
- [36] VILLANUEVA C, ALBILLOS A, GENESCA J, et al. β blockers to prevent decompensation of cirrhosis in patients with clinically significant portal hypertension (PREDESCI): a randomised, double-blind, placebo-controlled, multicentre trial [J]. *Lancet*, 2019, 393(10181): 1597–1608.
- [37] 中华医学会超声医学分会, 中国门静脉高压联盟 (CHESS). 中国超声弹性成像技术诊断肝硬化门静脉高压专家共识 (2023版) [J]. *中华医学杂志*, 2023, 103(32): 2480–2494.
- [38] 中华医学会超声医学分会, 中国医师协会外科医师分会, 中国医师协会介入医师分会, 等. 肝移植超声临床实践指南 (2023版) [J]. *中华医学杂志*, 2023, 103(31): 2365–2388.