

高频超声造影在浅表肝脏局灶性病变检出及诊断中的临床价值

何玉虹 闻宝杰 于鹏丽 王文平 孔文韬

摘要 **目的** 探讨高频超声造影(CEUS)在浅表肝脏局灶性病变(FLLs)检出及诊断中的临床价值。**方法** 选取我院浅表 FLLs 患者 38 例,共 63 个病变,分别使用低频凸阵探头和高频线阵探头对患者进行 CEUS 检查,比较低频 CEUS 与高频 CEUS 在病变可见度评分、检出率和良恶性鉴别诊断中的差异。**结果** 浅表 FLLs 在高频 CEUS 下平均可见度评分和检出率分别为(3.62±0.79)分、93.7%(59/63),均显著高于低频 CEUS [(2.44±1.04)分、57.1%(36/63)],差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。高频 CEUS 对最大径≤1 cm FLLs、最大径 1~2 cm FLLs 和肝转移瘤的检出率均显著高于低频 CEUS [96.7%(29/30) vs. 46.7%(14/30)、92.6%(25/27) vs. 66.7%(18/27)、100%(26/26) vs. 57.7%(15/26)],差异均有统计学意义(均 $P<0.001$)。高频 CEUS 鉴别诊断浅表 FLLs 良恶性的灵敏度、准确率分别为 92.9%、91.7%,均高于低频 CEUS (78.6%、77.8%),差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。**结论** 高频 CEUS 在提高浅表 FLLs 的检出率和定性诊断方面均有明显优势,具有重要的临床价值。

关键词 超声检查,高频,低频;造影剂;肝脏局灶性病变,良恶性

[中图法分类号]R445.1;R735.7

[文献标识码]A

Clinical value of high-frequency contrast-enhanced ultrasound in the detection and diagnosis of superficial focal liver lesions

HE Yuhong, WEN Baojie, YU Pengli, WANG Wenping, KONG Wentao

Department of Ultrasound Medicine, Nanjing Drum Tower Hospital, Affiliated Hospital of Medical School, Nanjing University, Nanjing 210009, China

ABSTRACT **Objective** To investigate the clinical value of high-frequency contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in the detection and diagnosis of superficial focal liver lesions (FLLs). **Methods** Thirty-eight patients with 63 FLLs in our hospital were included. CEUS examinations were performed using a low-frequency convex array probe and a high-frequency linear array probe. The difference in lesion visibility score, detection rate and benign and malignant diagnosis between low-frequency CEUS and high-frequency CEUS were compared. **Results** The average visibility scores and detection rates of superficial FLLs by high-frequency CEUS were (3.62±0.79) points and 93.7% (59/63), respectively, which were higher than those by low-frequency CEUS [(2.44±1.04) points, 57.1% (36/63)], and the differences were statistically significant (both $P<0.05$). High-frequency CEUS demonstrated significantly higher detection rates for lesions with a maximum diameter ≤1 cm [96.7% (29/30) vs. 46.7% (14/30)], lesions with a diameter of 1~2 cm [92.6% (25/27) vs. 66.7% (18/27)] and liver metastases [100% (26/26) vs. 57.7% (15/26)] compared with low-frequency CEUS, and the differences were statistically significant (all $P<0.001$). The sensitivity and accuracy of high-frequency CEUS in the differential diagnosis of benign and malignant superficial FLLs were 92.9% and 91.7%, respectively, which were higher than those of low-frequency CEUS (78.6%, 77.8%), and the differences were statistically significant (both $P<0.05$). **Conclusion** High-frequency CEUS offers distinct advantages in improving the detection rate and qualitative diagnostic efficacy of superficial FLLs, demonstrating significant clinical value.

KEY WORDS Ultrasonography, high-frequency, low-frequency; Contrast agent; Focal liver lesion, benign and malignant

基金项目:南京鼓楼医院临床研究专项资金项目——面上项目(2022-LCYJ-MS-24)

作者单位:210009 南京市,南京大学医学院附属鼓楼医院超声医学科(何玉虹、闻宝杰、于鹏丽、孔文韬);复旦大学附属中山医院超声科(王文平)

通讯作者:孔文韬, Email: breezewen@163.com

肝脏局灶性病变(focal liver lesions, FLLs)的早期检出和诊断对患者的临床治疗策略制定和预后至关重要^[1]。浅表 FLLs 即位于肝包膜前缘 6 cm 以内的病变,因其位置的特殊性,其检出和诊断具有挑战性^[2]。传统的肝脏超声扫查通常使用低频凸阵探头(2~5 MHz),可对全肝进行完整扫查,但其空间分辨率有限,且易受到表面混响伪像影响,在检出最大径<0.5 cm 的病变及靠近肝包膜的病变时尤为明显^[3]。随着新型超声造影剂(如 Sonazoid)的临床应用,超声造影(contrast-enhanced ultrasound, CEUS)能提供组织微循环灌注的重要信息,且由于其无辐射,已被国内外多项指南^[4-5]推荐为 FLLs 诊断的首选方法。然而,现有技术下低频 CEUS 对近场微泡的破坏较为显著,限制了对浅表 FLLs 增强特征的清晰显示,使得对浅表 FLLs 的检出和表征较为困难。研究^[6-7]表明高频 CEUS 能显著提高距离肝包膜 4~5 cm 的小 FLLs 的检出率,且能更加清晰地显示病变的精细结构。Dietrich 等^[8]研究进一步证实术中高频 CEUS 在检出最大径<1.0 cm 的 FLLs 方面可与术前增强 CT/MRI 相媲美。因此,本研究旨在探讨高频 CEUS 在浅表 FLLs 检出、表征及定性诊断方面的价值,为临床提供更为精确的诊断工具。

资料与方法

一、研究对象

选取 2018 年 11 月至 2023 年 9 月于我院就诊的 38 例浅表 FLLs 患者,其中男 19 例,女 19 例,年龄 21~80 岁,平均(56.5±2.1)岁。其中有肝硬化病史 11 例,乙肝表面抗原呈阳性 22 例,甲胎蛋白升高 9 例,糖类抗原 199 升高 10 例,糖类抗原 125 升高 8 例,癌胚抗原升高 6 例。共 63 个 FLLs,其中 34 个经穿刺活检和术后病理确诊,29 个经临床随访或增强 CT/增强 MRI 随访确诊;位于肝左叶 18 个,肝右叶 45 个;病变最大径 0.3~7.3 cm,平均(1.31±0.14)cm,其中≤1 cm 者 30 个,1~2 cm 者 27 个,≥2 cm 者 6 个;距离肝包膜的深度为 0~4.5 cm,平均(0.82±0.13)cm。良性 16 个,包括肝血管瘤、肝炎性结节各 6 个和肝硬化结节、肝囊肿、肝细胞腺瘤、肝结节性再生性增生各 1 个;恶性 47 个,包括 26 个肝转移瘤、18 个肝细胞癌(HCC)、3 个原发性肝脏神经内分泌瘤;其中 26 个为肝转移瘤,37 个为非肝转移瘤。纳入标准:①同时接受低频、高频 CEUS 检查;②病变在增强 CT 或增强 MRI 上可见。排除标准:①有 CEUS 禁忌证;②图像不完整或不清晰;③拒绝合作者。本研究经我院医学伦理委员会批准(批准号:2022-140-01),所有患者均

签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 仪器及试剂:使用 GE Logiq E9 彩色多普勒超声诊断仪,C1-5 凸阵探头,常规超声检查频率 2.0~5.0 MHz,CEUS 检查频率 2.0~3.0 MHz;9L 线阵探头,常规超声检查频率 5.0~7.5 MHz,CEUS 检查频率 5.0 MHz。造影剂使用 SonoVue(意大利 Bracco 公司)和 Sonazoid(美国 GE 公司)。SonoVue 微泡混悬液配置方法:将 5.0 ml 氯化钠注射液注入 25 mg SonoVue 冻干粉,用力振摇瓶子直至粉末完全分散形成 45 μg/ml 的 SonoVue 微泡混悬液。Sonazoid 微泡混悬液配置方法:将 16 μl Sonazoid 粉末用 2 ml 随附注射用水复溶,制成 0.015 ml/kg 的 Sonazoid 微泡混悬液。本研究 38 例患者中 28 例使用 SonoVue,9 例使用 Sonazoid;1 例低频 CEUS 使用 SonoVue,高频 CEUS 改用 Sonazoid。

2. 检查方法:检查前要求患者禁食、禁水,取左侧卧位或仰卧位,先用低频探头对全肝进行扫查,观察肝脏包膜、形态、腹壁及肝组织病变情况,反复扫查明确目标病变后经肘静脉弹丸式注射 1.2 ml SonoVue 或 0.6 ml Sonazoid 微泡混悬液,随后推注 5.0 ml 氯化钠注射液冲管,实时观察目标病变 3~5 min,储存动态图像,使用 Sonazoid 的患者 10 min 后储存动态血管后相图像。如发现多个目标病变,根据需要可多次注射造影剂观察。低频探头扫查结束后,切换至高频线阵探头扫查肝包膜及包膜下肝组织,明确目标病变后注射造影剂观察目标病变,CEUS 流程同上。上述操作均由同一具有 10 年以上 CEUS 检查经验的超声医师完成。所有静态和动态图像储存于机器硬盘以备图像分析。二维超声图像分析内容:回声(低回声、等回声、高回声)、边界(清晰、欠清晰)及声晕(有声晕、无声晕);CEUS 图像分析内容:动脉期增强程度(低增强、等增强、高增强)、动脉期增强方式(整体均匀增强、不均匀增强、环状增强、周边结节状增强)、门静脉期增强程度(低增强、等增强、高增强)、延迟期增强程度(低增强、等增强、高增强)、血管后期增强程度(低增强、等增强、高增强)。以上操作均由 2 名具有 10 年以上肝脏超声检查经验的超声医师完成。

3. 可见度评分、检出病变标准及良恶性鉴别诊断标准:采用 Likert 4 级表^[9]对病变可见度进行评分,具体为:1 分,病变完全不可见;2 分,病变边界可见范围<50%;3 分,病变边界 50%~90% 可见;4 分,病变边界>90% 可见。见图 1。可见度评分>2 分定义为检出。CEUS 对

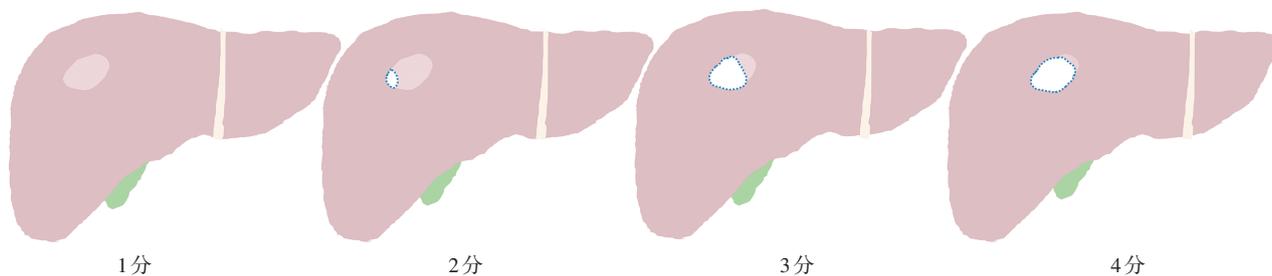


图1 病变可见度评分示意图

浅表FLLs良恶性的鉴别诊断依据《肝超声造影应用指南》^[10]:若病变动脉相呈高增强或等增强,其他时相呈等增强或高增强,或所有时相均呈无增强,则判定为良性病变;若病变动脉相呈高增强或等增强,其他时相呈低增强或无增强,则判定为恶性病变。

三、统计学处理

应用SPSS 27.0.1统计软件,计数资料以频数或率表示,两组比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、低频CEUS与高频CEUS对浅表FLLs检出率和可见度评分比较

1.高频CEUS对浅表FLLs的检出率为93.7%(59/63),高于低频CEUS[57.1%(36/63)],差异有统计学意义($P < 0.05$);其中高频CEUS对最大径 ≤ 1 cm和最大径1~2 cm的浅表FLLs的检出率分别为96.7%(29/30)、92.6%(25/27),均显著高于低频CEUS [46.7%(14/30)、66.7%(18/27)],差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$);二者对最大径 ≥ 2 cm的浅表FLLs的检出率相当[83.3%(5/6) vs. 66.7%(4/6), $P = 0.170$]。

2.高频CEUS对浅表FLLs的可见度评分为(3.62 \pm 0.79)分,显著高于低频CEUS[(2.44 \pm 1.04)分],差异有

统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

表1 低频CEUS与高频CEUS对浅表FLLs的可见度评分 个

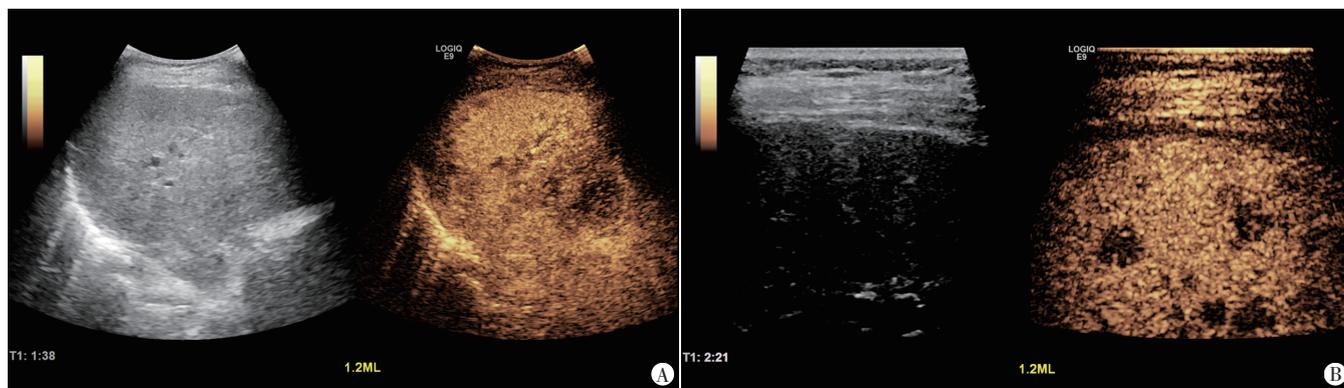
方法	1分	2分	3分	4分
低频CEUS(63)	17	10	27	9
高频CEUS(63)	4	0	12	47

二、低频CEUS与高频CEUS对肝转移瘤与非肝转移瘤检出率比较

高频CEUS对肝转移瘤的检出率为100%(26/26),高于低频CEUS [57.7%(15/26)],差异有统计学意义($P < 0.001$);二者对非肝转移瘤的检出率相当[89.2%(33/37) vs. 56.8%(21/37), $P = 0.083$]。见图2。

三、低频CEUS与高频CEUS对不同性质浅表FLLs增强特征显示比较

63个FLLs中,低频CEUS和高频CEUS均检出36个,增强特征表现为:①15个肝转移瘤,其中12个在低频、高频CEUS下均表现一致;2个在低频CEUS动脉期、门脉期均呈均匀等增强,在高频CEUS动脉期呈环状高增强,门脉期呈低增强;1个在血管后相呈低增强,但高频CEUS下造影剂廓清更早[高频(735 s) vs. 低频(784 s)];②12个HCC,其中10个在低频CEUS和高频CEUS下均表现一致;1个在高频CEUS下动脉期造影剂进入和门脉期造影剂廓清速度[进入(15 s)、廓清(40 s)]均早于低频CEUS[进入(20 s)、廓清(56 s)];

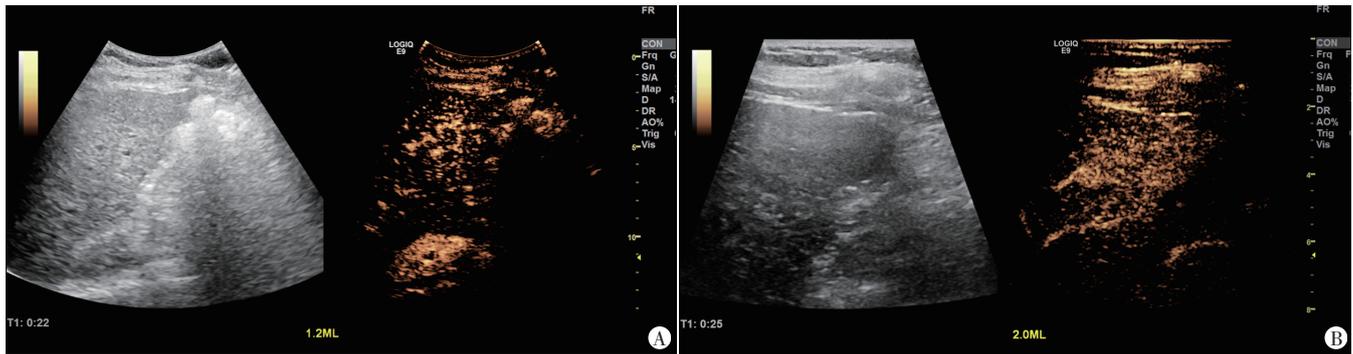


A:低频CEUS门脉期第一肝门处低回声廓清灶,肝包膜下似见造影剂廓清(约2个浅表FLLs);B:高频CEUS延迟期肝包膜下扫查见多个低回声廓清灶(约7个浅表FLLs)

图2 胆囊癌伴肝内多发转移患者(女,80岁)低频CEUS与高频CEUS对照图

1个在低频 CEUS 血管后相呈等增强,但高频 CEUS 血管后相呈低增强;③4个血管瘤在低频、高频 CEUS 下均表现为动脉期周边结节状高增强,门脉期、延迟期均呈等增强;④2个肝炎性结节在低频、高频 CEUS 下均表现为动脉期呈均匀等增强,门脉期、延迟期、血管后相呈低增强;⑤1个原发性肝脏神经内分泌瘤在低频 CEUS、高频 CEUS 下均表现为动脉期呈环形高

增强,门脉期、延迟期、血管后相呈低增强;⑥1个肝硬化结节在低频、高频 CEUS 下均表现为动脉期呈均匀稍高增强、门脉期呈等增强、延迟期呈低增强,但在高频 CEUS 下瘤周滋养血管显示更清晰,见图 3;⑦1个肝细胞腺瘤在低频 CEUS 血管后相未见明显造影剂廓清,而在高频 CEUS 血管后相可见低增强廓清灶。



A: 低频 CEUS 示动脉期肝右叶病变呈高增强,瘤周似见滋养血管;B: 高频 CEUS 示动脉期病变呈均匀高增强,瘤周滋养血管清晰可见

图3 肝硬化结节患者(女,65岁)低频 CEUS 与高频 CEUS 对照图

四、低频 CEUS 与高频 CEUS 鉴别诊断浅表 FLLs 良恶性结果比较

低频 CEUS 和 高频 CEUS 同时检出的 36 个浅表 FLLs 中,高频 CEUS 鉴别诊断其良恶性的灵敏度和准确率均高于低频 CEUS(92.9% vs. 78.6%, 91.7% vs. 77.8%), 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);二者鉴别浅表 FLLs 良恶性的特异度相当(85.7% vs. 75.0%)。见表 2。

表2 低频 CEUS 与高频 CEUS 鉴别诊断浅表 FLLs 良恶性结果

方法	最终诊断		合计
	良性	恶性	
低频 CEUS			
良性	6	6	12
恶性	2	22	24
高频 CEUS			
良性	7	2	9
恶性	1	26	27

讨 论

临床上常规肝脏扫查多使用低频探头,频率低但穿透力高,聚焦点置于中场以便显示肝脏全貌,但分辨率有限。随着病变最大径减小,常规低频超声检出的敏感性会逐渐降低^[11],对最大径 ≤ 1.0 cm 的浅表 FLLs 显示不清晰,对最大径 < 0.5 cm 的肝内微小病变基本无法显示^[12]。高频超声受探查深度和透声窗的限制,虽非腹部常规扫查方法,但其对精细结构的显示更加清晰,7.5 MHz 的高频探头分辨深度可达 0.5~0.8 mm^[13]。

李振燕等^[14]研究结果显示,高频 CEUS 对最大径 ≤ 1.5 cm、距肝包膜 5 cm 范围内的 HCC 的检出率显著高于低频 CEUS,差异有统计学意义($P < 0.05$)。本研究中高频 CEUS 对最大径 ≤ 1 cm 和最大径 1~2 cm 的浅表 FLLs 的检出率分别为 96.7%(29/30)、92.6%(25/27),均显著高于低频 CEUS[46.7%(14/30)、66.7%(18/27)],差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$);二者对最大径 ≥ 2 cm 的浅表 FLLs 的检出率相当[83.3%(5/6) vs. 66.7%(4/6), $P = 0.170$]。证实高频 CEUS 在浅表肝脏小病变检出中的价值,而肝脏内小病变的早期检出有利于患者后期诊疗计划的制定。

肝脏因肝动脉和门静脉双重血流供应,增加了血源性肝转移瘤形成的概率。超声作为首选的肝转移瘤筛查和随访手段,常用于早期检测和诊断,对患者治疗方案的优化调整和预后改善具有重要意义。本研究结果显示,高频 CEUS 对肝转移瘤的检出率显著高于低频 CEUS(100% vs. 57.7%, $P < 0.001$),与既往研究^[15]中 18.5% 有恶性肿瘤史的患者经高频 CEUS 扫查后发现额外肝转移瘤的结论相似,凸显了高频 CEUS 在肝转移瘤早期检出中的重要性。分析其原因为:肝转移瘤通常通过血行途径扩散至靠近肝包膜或膈肌的肝脏浅表区域,而这些区域在高频 CEUS 下显示更清晰。此外,微小的肝转移瘤由于血管生成不足,其在动脉期的增强程度与正常肝实质相近。本研究中 2 个肝转移瘤在低频 CEUS 动脉期和门脉期均呈均匀等增强,而在高频 CEUS 下呈肝转移瘤的典型增强表现,即

动脉期呈环状高增强,门脉期呈低增强;另1个肝转移瘤在高频CEUS下血管后相造影剂的廓清时间早于低频CEUS(735 s vs. 784 s)。与既往研究^[16]结论相符。

本研究结果显示,与低频CEUS比较,使用高频CEUS鉴别诊断浅表FLLs良恶性的灵敏度和准确率更高(92.9% vs. 78.6%、91.7% vs. 77.8%),差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),与既往研究^[14,17]报道高频CEUS鉴别诊断肝内微小浅表病变(灵敏度为88.9%、准确率为96.2%)和浅表HCC(灵敏度为90.0%、准确率为76.4%)的诊断效能类似,提示高频CEUS在浅表FLLs定性诊断中具有一定的价值。根据欧洲医学和生物学超声学会联合会指南^[18],CEUS动脉期主要用于FLLs的定性诊断,而延迟期主要用于恶性病灶的检出。高频CEUS空间分辨率更高,有利于浅表FLLs灌注细节的显示。研究^[19]表明血管瘤典型的动脉期周边结节状高增强表现在高频CEUS下显示更清晰,有助于微小血管瘤的检出和诊断。本研究中1个浅表FLLs在低频CEUS和高频CEUS下均表现为动脉期呈稍高增强、门脉期呈等增强,但高频CEUS动脉期和门脉期可见其内部多发无造影剂充填的炎性坏死区,结合临床病史,最终诊断为肝炎性结节;此外,高频CEUS下1个浅表FLLs的瘤周滋养血管显示清晰,最终诊断为肝硬化结节。可见,高频CEUS对浅表FLLs增强特征的额外显示对肿瘤侵袭性评估和诊疗计划制定具有指导作用。

综上所述,高频CEUS在检测和定性诊断浅表FLLs方面较低频CEUS展现出更优越的性能。临床行常规肝脏超声检查时,采用高频CEUS作为补充手段可以显著提高对最大径 < 2 cm的浅表FLLs及浅表肝转移瘤的早期识别和诊断准确性。但本研究为回顾性研究,且样本量较小,可能导致研究结果出现偏倚,后续可扩大样本量进行深入探讨;此外,部分患者在CEUS引导穿刺过程中使用Sonazoid造影剂以观察病灶,未选用SonoVue造影剂,后续研究需进一步探讨二者对浅表FLLs检出的影响。

参考文献

- [1] 王欣然. 灰阶超声影像学组与超声造影诊断肝脏局灶性病变更恶性的对比研究[J]. 临床超声医学杂志, 2023, 25(3): 199-203.
- [2] Wege AK, Schardt K, Schaefer S, et al. High resolution ultrasound including elastography and contrast-enhanced ultrasound(CEUS) for early detection and characterization of liver lesions in the humanized tumor mouse model[J]. Clin Hemorheol Microcirc, 2012, 52(2-4): 93-106.
- [3] Dietrich CF, Nolsøe CP, Barr RG, et al. Guidelines and Good Clinical Practice Recommendations for Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in the Liver—Update 2020 WFUMB in Cooperation with EFSUMB, AFSUMB, AIUM, and FLAUS[J]. Ultrasound Med Biol, 2020, 46(10): 2579-2604.
- [4] Barr RG, Huang P, Luo Y, et al. Contrast-enhanced ultrasound imaging of the liver: a review of the clinical evidence for SonoVue and Sonazoid[J]. Abdom Radiol(NY), 2020, 45(11): 3779-3788.
- [5] 国家卫生健康委办公厅. 原发性肝癌诊疗指南(2022年版)[J]. 临床肝胆病杂志, 2022, 38(2): 288-303.
- [6] Loss M, Schneider J, Uller W, et al. Intraoperative high resolution linear contrast enhanced ultrasound (IOUS) for detection of microvascularization of malignant liver lesions before surgery or radiofrequency ablation[J]. Clin Hemorheol Microcirc, 2012, 50(1-2): 65-77.
- [7] 毛枫, 董怡, 王依平, 等. 超声造影联合影像导航在小肝癌微创诊治中的应用研究[J]. 肿瘤影像学, 2019, 28(2): 84-89.
- [8] Dietrich CF, Sharma M, Gibson RN, et al. Fortuitously discovered liver lesions[J]. World J Gastroenterol, 2013, 19(21): 3173-3188.
- [9] Gachabayov M, Angelos G, Orangio G, et al. Transanal hemorrhoidal dearterialization with mucopexy versus ferguson hemorrhoidectomy for prolapsed Internal hemorrhoids: a multicenter prospective study[J]. Ann Surg, 2023, 278(3): 376-382.
- [10] 陈敏华, 严昆, 戴莹, 等. 肝超声造影应用指南(中国)(2012年修改版)[J]. 中华超声影像学杂志, 2013, 22(8): 696-722.
- [11] Strobel D, Jung EM, Ziesch M, et al. Real-life assessment of standardized contrast-enhanced ultrasound (CEUS) and CEUS algorithms (CEUS LI-RADS®/ESCU LAP) in hepatic nodules in cirrhotic patients—a prospective multicenter study[J]. Eur Radiol, 2021, 31(10): 7614-7625.
- [12] 蒋先燕, 苗环. 高频超声联合低频超声诊断慢性乙肝早期肝硬化的临床价值分析[J]. 影像研究与医学应用, 2022, 6(2): 53-55.
- [13] 王惠, 张素阁, 董磊, 等. 高频超声对非肝内原发肿瘤肝内转移灶的筛查作用[J]. 实用医药杂志, 2019, 7(3): 149-151.
- [14] 李振燕, 陈勇良, 杜瑞清, 等. 高频超声在肝硬化及相关疾病诊断中的应用价值[J]. 中国医疗设备, 2016, 31(5): 54-56.
- [15] Schacherer D, Wrede C, Obermeier F, et al. Comparison of low and high frequency transducers in the detection of liver metastases[J]. Dig Liver Dis, 2006, 38(9): 677-682.
- [16] 覃斯, 陈瑶, 王怡敏, 等. 高频超声造影诊断结肠癌微小肝转移瘤的价值[J]. 肿瘤影像学, 2017, 26(1): 12-17.
- [17] Wang WP, Dong Y, Cao J, et al. Detection and characterization of small superficially located focal liver lesions by contrast-enhanced ultrasound with high frequency transducers[J]. Med Ultrason, 2017, 19(4): 349-356.
- [18] Claudon M, Dietrich CF, Choi BI, et al. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) in the liver—update 2012: a WFUMB-EFSUMB initiative in cooperation with representatives of AFSUMB, AIUM, ASUM, FLAUS and ICUS[J]. Ultraschall Med, 2013, 34(1): 11-29.
- [19] 李翠, 刘文文, 刘静. 彩色多普勒超声诊断肝硬化的临床价值[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(4): 251-252.

(收稿日期: 2024-04-17)