

DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2025.20241181

CSTR: 32417.14.j.issn.1008-6358.2025.20241181

· 技术与方法 ·

不同频率超声检出转移性肝癌及表现比较

秦 红¹, 朱宇莉¹, 赵倩楠¹, 王飞航², 夏罕生¹, 孔文韬³, 王文平^{1,2*}

1. 复旦大学附属中山医院超声科, 上海 200032

2. 上海市影像医学研究所, 上海 200032

3. 南京大学医学院附属鼓楼医院超声医学科, 南京 210003

[摘要] **目的** 探讨高频超声检出转移性肝癌的价值及特征显示效果。**方法** 回顾性选择 38 例病灶位于皮下 40 mm 内的转移性肝癌患者, 均进行低频 (1~5 MHz) 超声和高频 (6~9 MHz) 超声检查, 比较病灶检出率及超声特征显示情况。**结果** 高频灰阶超声的病灶检出率 (71.1%) 高于低频灰阶超声 (36.8%, $P<0.001$)。在有化疗史 (88.9% vs 33.3%, $P=0.002$)、伴脂肪肝 (71.9% vs 31.3%, $P<0.001$) 或为浅表病灶 (皮下 20 mm 内, 76.5% vs 41.2%, $P=0.031$) 时, 高频超声对转移性肝癌检出率仍高于低频超声。高频超声中有更多的转移性肝癌边界显示清晰 ($P=0.004$) 和动脉期环状增强 ($P=0.007$)。**结论** 6~9 MHz 超声对转移性肝癌尤其是浅表病灶检出率高于 1~5 MHz 超声, 且特征显示更优。

[关键词] 超声造影; 浅表转移性肝癌; 高频超声; 低频超声**[中图分类号]** R 445.1**[文献标志码]** A**Comparison of detection and manifestations of metastatic hepatocellular carcinoma by ultrasound at different frequencies**QIN Hong¹, ZHU Yuli¹, ZHAO Qiannan¹, WANG Feihang², XIA Hansheng¹, KONG Wentao³, WANG Wenping^{1,2*}

1. Department of Ultrasound, Zhongshan Hospital, Fudan university, Shanghai 200032, China

2. Shanghai Institute of Imaging Medicine, Shanghai 200032, China

3. Department of Ultrasonic Medicine, Nanjing Drum Tower Hospital, Nanjing University Medical School, Nanjing 210003, Jiangsu, China

[Abstract] **Objective** To explore the value of high-frequency ultrasound in the detection of metastatic hepatocellular carcinoma and displaying lesion characteristics. **Methods** A total of 38 patients with hepatocellular carcinoma satellite lesions within 40 mm of subcutaneous tissue were underwent low-frequency (1-5 MHz) and high-frequency (6-9 MHz) ultrasound. Detection rates and ultrasonic features were compared. **Results** High-frequency grayscale ultrasound had a higher detection rate (71.1% vs. 36.8%, $P<0.001$). Subgroup analysis showed higher detection rates with chemotherapy history (88.9% vs. 33.3%, $P=0.002$), fatty liver (71.9% vs 31.3%, $P<0.001$) or superficial lesion (within 20 mm, 76.5% vs 41.2%, $P=0.031$). High-frequency ultrasound also showed clearer margins ($P=0.004$) and more arterial-phase rim enhancement ($P=0.007$). **Conclusions** 6-9 MHz ultrasound detects metastatic hepatocellular carcinoma, especially superficial lesions, more effectively than 1-5 MHz ultrasound and better visualizes characteristics.

[Key Words] contrast-enhanced ultrasound; superficial metastatic hepatocellular carcinoma; high-frequency ultrasound; low-frequency ultrasound

转移性肝癌是一种常见的恶性肿瘤, 其发生率约占所有恶性肿瘤的 25%。多数转移性肝癌患者的预后较差, 早期发现对于疾病控制和改善预

后非常重要^[1-3]。超声和磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 是临床常用的肝脏疾病检查手段。超声因病灶位置等原因, 对病灶检出率

[收稿日期] 2024-10-28**[接受日期]** 2025-02-19**[基金项目]** 国家自然科学基金面上项目 (82272013)。Supported by National Natural Science Foundation of China (82272013).**[作者简介]** 秦 红, 硕士生. E-mail: qh0203red@163.com

*通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: puguang61@126.com

低于MRI^[4]。接受免疫治疗、化疗和介入治疗后，多数转移性肝癌在常规低频超声中显示欠佳^[5]。高频超声分辨率高，可提高图像质量，但目前将其应用于肝脏疾病诊断的报道较少。因此，本研究分析高频超声和低频超声检出转移性肝癌的表现，以期为转移性肝癌的有效诊断提供新方法。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性选择2016年6月至2024年5月在复旦大学附属中山医院接受诊治的转移性肝癌患者。纳入标准：（1）手术病理检查、增强MRI检查或原发肿瘤病史、肿瘤生化指标、PET/CT等证实深度≤40 mm的转移性肝癌；（2）均进行高频超声和低频超声检查。排除超声检查资料不完整者。共纳入38例患者，男性23例、女性15例，平均（61.21±10.89）岁。原发肿瘤：结肠癌16例、胃癌7例、胰腺癌6例、胃肠道和胰腺神经内分泌肿瘤5例、肺癌2例、食管癌1例、乳腺癌1例。24例患者转移性肝癌是多发病灶，选择靠近皮肤的1个病灶进行分析，最终入选38个病灶。病灶平均最大径11.50（7.00, 14.25）mm。

1.2 超声检查方法 采用迈瑞Resona R9彩色多普勒超声系统，配备C6-1凸阵探头（频率1～5 MHz，造影频率2～3 MHz；定义为低频超声）和L9-3线阵探头（频率6～9 MHz，造影频率6～7 MHz；定义为高频超声），机械指数0.07～0.14，超声造影剂选择SonoVue（Bracco公司）。

所有患者均由同一名有20年超声检查经验的超声科医师进行高频超声和低频超声检查（均包括灰阶模式和造影模式）。首先进行全肝低频灰阶超声检查，发现病灶时对病灶进行仔细扫查；随后经肘前静脉注射2.4 mL SonoVue，注射后用

5 mL生理盐水冲管。注射造影剂时开始计时，观察病灶2 min，之后每分钟的前10 s扫查病灶至造影剂注射后6 min。患者休息10～15 min，切换至高频超声以相同方法进行灰阶超声和超声造影检查。超声造影分为3个时期：动脉期（10～45 s）、门脉期（45～120 s）和延迟期（120～360 s）^[6]。

1.3 超声图像分析 所有图像由两名超声科医师独立分析，当意见产生分歧时，经讨论后一致决定。灰阶图像观察指标包括病灶位置、大小、回声、边界、形态、有无暗环和血流。超声造影观察指标包括动脉期增强方式，动脉期、门脉期和延迟期增强水平，开始增强时间和廓清时间，病灶内部有无未增强区。

1.4 统计学处理 采用SPSS 26.0进行统计学分析。正态分布的连续变量以 $\bar{x} \pm s$ 表示，偏态分布的连续变量以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示；分类变量以 $n(\%)$ 表示。采用McNemar检验比较高频超声和低频超声转移性肝癌检出率。两者间开始增强或廓清时间的比较采用Wilcoxon检验。检验水准（ α ）为0.05。

2 结果

2.1 转移性肝癌检出率 低频与高频灰阶超声分别检出14个（36.8%）和27个（71.1%）病灶（ $P<0.001$ ）。低频与高频超声造影均检出所有病灶。

2.2 灰阶模式转移性肝癌检出率亚组分析 结果（表1）显示：17例病灶距离皮肤<20 mm的患者中，高频超声病灶检出率高于低频超声（76.5% vs 41.2%， $P=0.031$ ）。18例接受化疗的患者中，高频超声病灶检出率高于低频超声（88.9% vs 33.3%， $P=0.002$ ）。32例有脂肪肝的患者中，高频超声病灶检出率高于低频超声（71.9% vs 31.3%， $P<0.001$ ）。

表1 灰阶超声的转移性肝癌病灶检出率比较

Table 1 Comparative analysis of metastatic hepatocellular carcinoma lesion detection rates via grayscale ultrasound

N=38, n(%)				
Index	Low-frequency ultrasound	High-frequency ultrasound	χ^2	P
Distance to skin				
<20 mm (n=17)	7(41.2)	13(76.5)	4.167	0.031
≥20 mm, <30 mm (n=14)	5(35.7)	10(71.4)	3.200	0.063
30-40 mm (n=7)	2(28.6)	4(57.1)	0.500	0.500

Continued table 1				
Index	Low-frequency ultrasound	High-frequency ultrasound	χ^2	P
Systematic treatment				
Chemotherapy (n=18)	6(33.3)	16(88.9)	8.100	0.002
Combined treatment (n=15)	4(26.7)	6(40.0)	0.500	0.500
Fatty liver				
Yes (n=32)	10(31.3)	23(71.9)	11.077	<0.001
No (n=6)	4(66.7)	4(66.7)	—	1.000

2.3 转移性肝癌灰阶超声和超声造影特征 38个转移性肝癌病灶中，24个位于右叶、13个位于左叶、1个位于左右叶交界处。结果（表2）显示：灰阶模式高频与低频共同检出的14个病灶中，高频超声更多病灶边界清晰、形态规则、回声不均匀（ $P<0.05$ ）。超声造影模式中，高频超声病灶动脉期环状增强居多[20(52.6%)], 低频超声病灶动脉期均匀增强居多[16(42.1%)], 两者动脉期增强方式差异有统计学意义（ $P=0.007$ ）；高频超声显示内部有未增强区病灶多于低频超声（52.6% vs 36.8%, $P=0.031$ ）；两种方法开始增强时间和廓清时间差异无统计学意义，均表现为“快进快出”。图1、图2显示典型病例灰阶超声及超声

造影表现。

3 讨论

超声检查和MRI是临床上广泛应用于肝脏疾病检出和诊断的检查方式。MRI多序列成像可提高病灶检出率，但其检查费时且不能应用于肾功能损伤的患者。超声检查方便、快捷、无肾毒性，其中超声造影可动态实时显示病灶和肝实质的血流信息，提高病灶检出率和诊断正确性。但是，免疫治疗、介入治疗和化疗后，转移性肝癌的常规低频超声图像常因表现为等回声而显示不清。而高频超声具有高分辨率，可改善图像质量，超声造影则能提供病灶血流信息。

表2 高频与低频超声共同检出病灶灰阶及造影特征比较

Table 2 Comparison of grayscale and contrast features of lesions co-detected by high and low-frequency ultrasound

N=38				
Index	Low-frequency ultrasound	High-frequency ultrasound	χ^2/Z	P
Grayscale ultrasound [n(%), n=14]				
Echo intensity			—	1.000
Hyperechogenicity	5(35.7)	5(35.7)		
Hypoechoogenicity	9(64.3)	9(64.3)		
Homogeneous echogenicity	12(85.7)	6(42.9)	4.167	0.031
Regular morphology	1(7.1)	8(57.1)	5.143	0.016
Clear border	1(7.1)	10(71.4)	7.111	0.004
Halo sign	2(14.3)	3(21.4)	—	1.000
Blood flow	3(23.1)	6(46.2)	1.333	0.250
Contrast-enhanced ultrasound				
Enhancement n(%)			12.000	0.007
Rim-like	12(31.6)	20(52.6)		
Homogeneous	16(42.1)	8(21.1)		
Heterogeneous	10(26.3)	10(26.3)		
Unenhanced area n(%)	14(36.8)	20(52.6)	4.167	0.031
Enhancement onset time/s	19.00(15.75, 21.00)	18.00(14.00, 20.75)	−0.476	0.634
Washout time/s	40.0(30.5, 55.0)	40.0(30.0, 48.0)	−1.185	0.236

有研究^[7]发现，高频灰阶超声发现的小结直肠癌肝转移病灶数量明显多于低频灰阶超声。本研究发现，在灰阶模式下，高频超声对转移性肝

癌的检出率高于低频超声，与既往研究结果相一致。在超声造影中，虽然两种方法均检出所有病灶，但高频超声造影表现更优，细节展示度和清

晰度均更高。Jung 等^[8]比较术中超声造影与术前其他常用影像学检查对肝肿瘤的检测性能,在外科手术中对 9 例肝脏肿瘤患者进行高频超声造

影,结果显示,术中高频超声造影较术前 CT 及 MRI 检查多检出 13 个病灶。

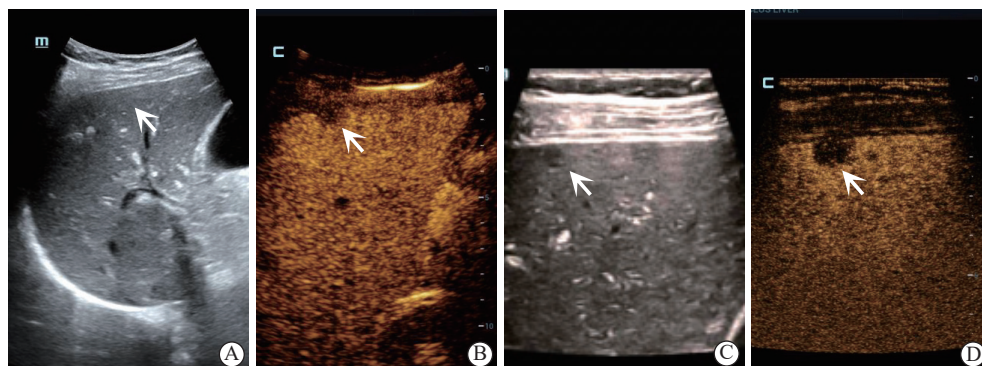


图 1 转移性肝癌伴脂肪肝患者肝右叶 12 mm 肝癌子灶

Figure 1 Hepatocellular carcinoma satellite lesion (12 mm) in the right hepatic lobe with fatty liver

A 54-year-old male patient. A: The lesion demonstrates limited visualization on low-frequency grayscale ultrasound imaging. B: Low-frequency contrast-enhanced ultrasound demonstrates mild late-phase washout in the lesion. C: High-frequency grayscale ultrasound clearly depicts the lesion as a hypoechoic area. D: High-frequency contrast-enhanced ultrasound reveals marked washout in the lesion.

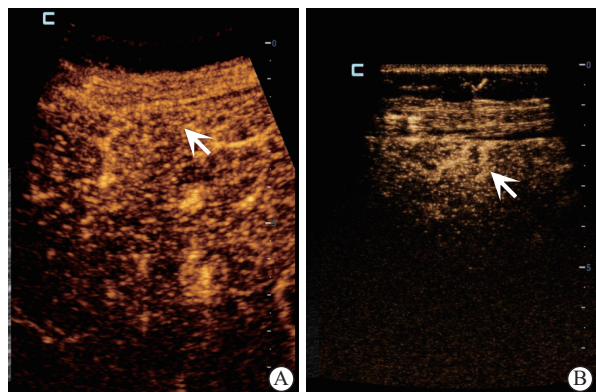


图 2 转移性肝癌伴脂肪肝患者肝右叶 7 mm 肝癌子灶

Figure 2 Hepatocellular carcinoma satellite lesion (7 mm) in the right hepatic lobe with fatty liver

A 69-year-old female patient. A: Low-frequency contrast-enhanced ultrasound demonstrates homogeneous enhancement of the lesion synchronous with the liver parenchyma. B: High-frequency contrast-enhanced ultrasound reveals rim-like enhancement of the lesion.

本研究进一步按照病灶深度分组,发现对于距离皮肤小于 20 mm 的转移性肝癌,高频超声的检出率高于低频超声 ($P=0.031$);对于距离皮肤 ≥ 20 且 <30 mm、 $30\sim 40$ mm 的病灶,两者检出率差异无统计学意义。该结果表明高频超声对浅表病灶的显示度更好,与既往研究^[7]一致。在

有化疗史的患者中,高频超声的病灶检出率也高于低频超声 ($P=0.002$)。Kose 等^[9]研究发现,对于有化疗史的肝脏恶性肿瘤患者,术前 MRI 检查会遗漏 10% 的病灶。对于该类患者,低频超声及 MRI 检查漏检的原因可能为化疗导致肝实质损伤,而高频超声的高分辨率使其能有效辨别。

本研究中,在转移性肝癌伴脂肪肝患者中,高频超声对转移性肝癌的检出率高于低频超声 ($P<0.001$)。脂肪肝是一种常见的以肝细胞脂肪蓄积为特征的慢性疾病,在超声上表现为肝区回声均匀或不均匀密集增强,管道结构显示不清^[10]。在灰阶超声中,病灶的检出主要依靠病灶与周围肝实质的回声差异,而脂肪肝使肝脏正常组织结构改变,进而影响病灶观察。

本研究中,与低频超声相比,高频超声更易显示转移性肝癌边界清晰、形态规则和内部回声不均匀特征,与既往研究^[11]一致。转移性肝癌病灶在高频超声造影中主要表现为环状增强,而在低频超声造影中主要表现为均匀增强。我国 2021 年发布的《肝病超声诊断指南》^[12]指出,肝转移瘤动脉期主要呈环状高增强。因此,环状增强对转移性肝癌的诊断意义更大,而均匀增强则

不利于转移性肝癌诊断。此外,在高频超声中观察到更多病灶的内部未增强区,病灶较小且位于浅表,而低频超声近场微泡破坏明显可能是其对病灶内部未增强区显示不佳的原因。

综上所述,本研究发现,高频超声对于转移性肝癌尤其是浅表病灶的检出和显示表现良好;在伴脂肪肝或有化疗史的患者中,高频超声的病灶检出率仍高于低频超声;同时,高频超声更易观察到转移性肝癌动脉期环状增强特征,提高诊断率。后续研究须扩大样本量,并纳入深部病灶,深入探讨高频超声对转移性肝癌的检出价值。

伦理声明 本研究通过复旦大学附属中山医院伦理审查委员会批准(B2022-223R),豁免知情同意。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 秦红:数据统计、文章撰写;朱宇莉:文章修改;赵倩楠、王飞航、夏罕生:协助收集病例;孔文韬:病例收集;王文平:研究设计、文章修改。

参考文献

- [1] 中国医师协会外科医师分会,中华医学会外科分会胃肠外科学组,中华医学会外科分会结直肠外科学组,等.中国结直肠癌肝转移诊断和综合治疗指南(V2023)[J].*中华胃肠外科杂志*, 2023, 26(1): 1-15.
Chinese College of Surgeons, Section of Gastrointestinal Surgery, Branch of Surgery, Chinese Medical Association, Section of Colorectal Surgery, Branch of Surgery, Chinese Medical Association, et al. China guideline for diagnosis and comprehensive treatment of colorectal liver metastases (version 2023)[J]. *Chin J Gastrointest Surg*, 2023, 26(1): 1-15.
- [2] TSILIMIGRAS D I, BRODT P, CLAVIEN P A, et al. Liver metastases[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2021, 7(1): 27.
- [3] HORN S R, STOLTZFUS K C, LEHRER E J, et al. Epidemiology of liver metastases[J]. *Cancer Epidemiol*, 2020, 67: 101760.
- [4] YU N C, CHAUDHARI V, RAMAN S S, et al. CT and MRI improve detection of hepatocellular carcinoma, compared with ultrasound alone, in patients with cirrhosis[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2011, 9(2): 161-167.
- [5] AYKUT B, LIDSKY M E. Colorectal cancer liver metastases: multimodal therapy[J]. *Surg Oncol Clin N Am*, 2023, 32(1): 119-141.
- [6] DIETRICH C F, NOLSØE C P, BARR R G, 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.
- [7] QIN S, CHEN Y, LIU X Y, et al. Clinical application of contrast-enhanced ultrasound using high-frequency linear probe in the detection of small colorectal liver metastases[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2017, 43(12): 2765-2773.
- [8] JUNG E M, ROSS C J, RENNERT J, et al. Characterization of microvascularization of liver tumor lesions with high resolution linear ultrasound and contrast enhanced ultrasound (CEUS) during surgery: first results[J]. *Clin Hemorheol Microcirc*, 2010, 46(2-3): 89-99.
- [9] KOSE E, KAHRAMANGIL B, PURYSKO A S, et al. The utility of laparoscopic ultrasound during minimally invasive liver procedures in patients with malignant liver tumors who have undergone preoperative magnetic resonance imaging[J]. *Surg Endosc*, 2022, 36(7): 4939-4945.
- [10] GINÈS P, KRAG A, ABRALDES J G, et al. Liver cirrhosis[J]. *Lancet*, 2021, 398(10308): 1359-1376.
- [11] WANG W P, DONG Y, CAO J Y, 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.
- [12] 中华医学会超声医学分会,中国研究型医院学会肿瘤介入专业委员会,国家卫生健康委员会能力建设和继续教育中心超声医学专家委员会.肝病超声诊断指南[J].*中华肝脏病杂志*, 2021, 29(5): 385-402.
Chinese Society of Ultrasound in Medicine, Oncology Intervention Committee of Chinese Research Hospital Society, National Health Commission Capacity Building and Continuing Education Expert Committee on Ultrasonic Diagnosis. Guideline for ultrasonic diagnosis of liver diseases[J]. *Chin J Hepatol*, 2021, 29(5): 385-402.

[本文编辑] 姬静芳

引用本文

秦红,朱宇莉,赵倩楠,等.不同频率超声检出转移性肝癌及表现比较[J].*中国临床医学*, 2025, 32(3): 500-504.
QIN H, ZHU Y L, ZHAO Q N, et al. Comparison of detection and manifestations of metastatic hepatocellular carcinoma by ultrasound at different frequencies[J]. *Chin J Clin Med*, 2025, 32(3): 500-504. DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2025.20241181