



· 论 著 ·

超声造影与增强CT在胰腺癌肝转移诊断中的比较研究

陈珂珂, 张琪, 秦红, 王文平

复旦大学附属中山医院超声科, 上海 200032

[摘要] 目的: 探讨胰腺癌肝转移的超声造影 (contrast-enhanced ultrasound, CEUS) 与增强计算机体层成像 (contrast-enhanced computed tomography, CECT) 的影像学特点, 并比较不同影像学方法病灶检出率的差异。方法: 回顾并分析2023年6月—2025年1月于复旦大学附属中山医院就诊的胰腺癌肝转移患者的临床、常规超声、CEUS及CECT资料, 比较CEUS及CECT两种影像学增强模式的不同, 以及常规超声、CEUS、CECT对于病灶检出率的差异。结果: 共入组83例患者, 其中男性48例, 女性35例, 年龄37~81岁, 平均年龄 (61.0±10.1) 岁。肝脏肿瘤平均大小 (2.8±1.5) cm (范围0.7~7.8 cm)。结合病理学综合评估肝转移灶共320个, 常规超声对病灶检出率为56.6%, CEUS对病灶检出率为93.1%, CECT对病灶检出率为97.5%, 三者差异有统计学意义 ($\chi^2=222.953$, $P<0.001$)。CEUS与CECT在动脉期增强模式上差异有统计学意义 ($\chi^2=13.196$, $P=0.001$), CECT动脉期显示环状强化的比率高于CEUS (83.1% vs 57.8%), 而门脉期与延迟期两者增强程度差异无统计学意义 ($P>0.05$)。结论: CEUS可显著提高胰腺癌肝转移灶的检出率, CEUS与CECT在动脉期增强模式上存在差异。

[关键词] 胰腺癌; 肝转移; 超声造影; 增强计算机体层成像

中图分类号: R735.9; R735.7; R445.1; R445.3 文献标志码: A

DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2026.01.006

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (82272013)。

利益冲突: 作者声明无利益冲突。

伦理批件: B2022-223。

知情同意: 不需要。

引用本文: 陈珂珂, 张琪, 秦红, 等. 超声造影与增强CT在胰腺癌肝转移诊断中的比较研究[J]. 肿瘤影像学, 2026, 35(1): 43-47.

Funding: General Project of National Natural Science Foundation of China (82272013).

Conflicts of interest: authors declare no conflicts of interest.

Ethical approval: B2022-223.

Informed consent: not required.

Cite this article: CHEN K K, ZHANG Q, QIN H, et al. A comparative analysis of contrast-enhanced ultrasound and contrast-enhanced computed tomography in the diagnosis of liver metastasis from pancreatic cancer [J]. Oncoradiology, 2026, 35(1): 43-47.

A comparative analysis of contrast-enhanced ultrasound and contrast-enhanced computed tomography in the diagnosis of liver metastasis from pancreatic cancer CHEN Keke, ZHANG Qi, QIN Hong, WANG Wenping (Department of Ultrasound, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Correspondence to: WANG Wenping E-mail: puguang61@126.com

[Abstract] Objective: To investigate the imaging characteristics of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) and contrast-enhanced computed tomography (CECT) in pancreatic cancer liver metastasis, and to compare the differences in lesion detection rates among various imaging modalities. **Methods:** Between June 2023 and January 2025, a retrospective analysis was performed on the clinical, conventional ultrasound, CEUS, and CECT data of patients with pancreatic cancer liver metastasis treated at Zhongshan Hospital, Fudan University. The differences in enhancement patterns and lesion detection rates between conventional ultrasound, CEUS and CECT were systematically compared. **Results:** The study included 83 patients, comprising 48 males and 35 females with an average age of 61.0±10.1 years (range 37-81 years). The average size of liver lesions was (2.8±1.5) cm (range 0.7-7.8 cm). A total of 320 liver metastases were comprehensively evaluated by pathology. The detection rate of lesions by conventional ultrasound was 56.6%, by CEUS was 93.1%, and by CECT was 97.5%. The differences among the three methods were statistically significant ($\chi^2=222.953$, $P<0.05$). A statistically significant difference in the arterial phase enhancement pattern was observed between CEUS and CECT ($\chi^2=13.196$, $P<0.05$), with CECT showing a higher rate of ring enhancement (83.1% vs 57.8%), while no statistically significant difference in enhancement was noted during the portal and delayed phases ($P>0.05$). **Conclusion:** CEUS can significantly improve

the detection rate of pancreatic cancer liver metastases, and there are notable differences in the arterial phase enhancement patterns between CEUS and CECT.

[Key words] Pancreatic cancer; Liver metastasis; Contrast-enhanced ultrasound; Contrast-enhanced computed tomography

胰腺癌是致死率第三位的恶性肿瘤, 其5年生存率约为8%^[1]。尽管胰腺癌的诊断和治疗取得了较大进展, 但在过去40年里, 对胰腺癌死亡率的影响微乎其微。手术切除是唯一可能治愈胰腺癌的方法, 然而约50%的患者术前存在肝转移^[2], 只有约20%的患者符合初始切除条件。同时, 早期肝转移是影响胰腺癌生存的重要因素, 因此, 准确评价胰腺癌患者的肝转移情况对临床决策与患者预后具有重要意义。

国际指南建议将增强计算机体层成像(contrast-enhanced computed tomography, CECT)用于胰腺癌的常规诊断和分期^[3]。然而, CECT对亚厘米级肝转移灶的检测仍存在一定困难。如今, 超声造影(contrast-enhanced ultrasound, CEUS)已被广泛应用于肝脏肿瘤成像, CEUS具有无创、实时、无辐射、可重复检查等优势, 使其成为诊断和监测肝肿瘤的重要工具。本研究回顾并总结胰腺癌肝转移患者的CEUS与CECT资料, 旨在比较不同影像学检查在评估肝转移方面的临床价值。

1 资料和方法

1.1 纳入与排除标准

回顾并收集2023年6月—2025年1月于复旦大学附属中山医院就诊的胰腺癌患者。纳入标准: ①病理学检查证实为原发性胰腺癌患者, 且经实验室检查、影像学与病理学检查共同确定为胰腺导管腺癌; ②CECT与CEUS提示肝脏转移灶; ③临床与影像学资料完整。排除标准: ①影像学检查前有抗肿瘤治疗; ②图像质量不佳者。本研究经医院伦理委员会批准(B2022-223R)。

1.2 超声检查方法

采用美国GE公司的Logiq E9及E20超声仪器, 使用频率1.0~6.0 MHz的C1-6探头, 配

CEUS软件。造影剂使用意大利Bracco公司生产的SonoVue(声诺维), 应用低机械指数成像模式, 剂量1.2 mL。使用20号针将造影剂混悬液以团注法1~2 s内注入肘前静脉, 随后追加5 mL生理盐水冲管, 动态观察病灶在各血管相的增强特征, 根据世界超声医学与生物学联合会(World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology, WFUMB)指南, CEUS分为动脉期(注射后10~20 s开始)、门脉期(注射后30~45 s开始)、延迟期(注射后120 s开始), 所有静态与动态图像存盘以供进一步分析。

1.3 CT检查方法

采用美国GE公司的VCT或Discovery 750 HD 64排螺旋CT扫描仪。患者取仰卧位, 头先进, 扫描范围覆盖整个上腹部区域。扫描参数: 管电压120 kV, 管电流250~350 mA, 层厚5 mm, 层间距5 mm, 视野(field of view, FOV)(300~350) mm×(300~350) mm, 矩阵512×512, 旋转时间0.7 s, 螺距1.375。在平扫后使用高压注射器注射碘化对比剂Omnipaque(碘酯六醇, 含碘350 mg/mL), 注射速率3.0 mL/s, 注射剂量1.5 mL/kg。扫描时间: 动脉期20~30 s, 门静脉期55~65 s, 延迟期120 s。

1.4 图像分析方法

在超声与CECT图像上观察肝脏病灶的数目、位置, 测量病灶大小, 对于多发病灶者选择最大直径病灶分析。注射造影剂后观察病灶的动脉期增强模式(分为均匀强化、不均匀强化与环状强化), 以及动脉期、门脉期和延迟期的增强程度(高增强、低增强与等增强), 比较两种影像学检查增强模式的差异。分别计算常规超声、CEUS、CECT对肝脏病灶的检出个数(病灶弥漫多发>10个以上者不计入)。肝脏转移灶的影像学诊断标准: 动脉期整体或环状强化, 门脉期与延迟期廓清呈低增强。最终通过组织病理学检查、影像学检查和手术结果等综合确认肝转移。

1.5 统计学处理

采用SPSS 24.0软件进行数据分析。所有计量资料均符合正态分布，用 $\bar{x}\pm s$ 表示；分类变量以 n (%)表示，组间比较采用 χ^2 检验或Fisher精确概率检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般情况

共入组83例患者，年龄37~81岁，平均年龄(61.0±10.1)岁(图1,表1)。有乙型肝炎病史者14例。所有患者均有胰腺恶性肿瘤病史，经内镜超声引导下穿刺获得病理学诊断，胰腺肿瘤大小1.2~8.3 cm，平均(4.3±1.6) cm。病灶位于胰头32个，胰腺体尾部51个。

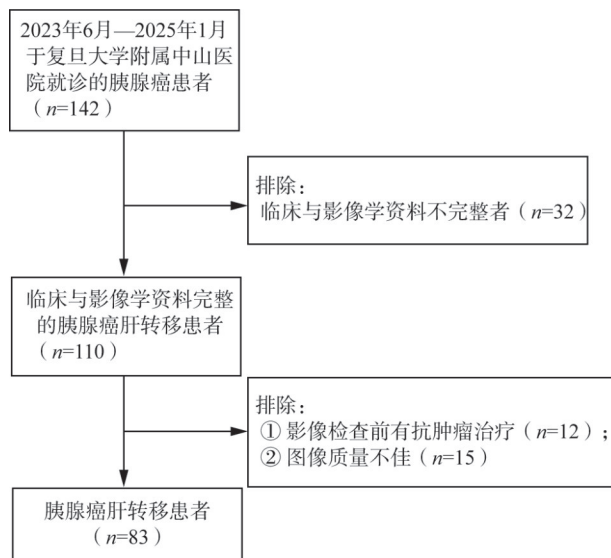


图1 研究对象纳入流程图

Fig.1 Flow chart for inclusion of participants

2.2 肝脏病灶特征

超声显示全组多发病灶64例，单发19例；CT显示多发病灶73例，单发10例。多发者选取最大直径病灶研究，平均大小(2.8±1.5) cm(范围0.7~7.8 cm)。有75例患者的肝脏病灶经病理学检查确认(穿刺活检74例，术后病理学检查1例)，有8例患者经临床综合诊断确认。

表1 患者的临床特征

Tab.1 The clinical characteristics of the patient

特征	数值
性别	
男性	48 (57.8)
女性	35 (72.9)
胰腺癌部位	
胰头	32 (38.6)
胰体尾	51 (61.4)
AFP	
升高	9 (10.8)
正常	74 (89.2)
CA19-9	
升高	69 (83.1)
正常	14 (16.9)
CA125	
升高	73 (88.0)
正常	10 (12.0)
诊断依据	
病理	75 (90.4)
临床	8 (9.6)

AFP: 甲胎蛋白; CA: 糖类抗原。

2.3 超声与CECT对病灶数目的检出情况

常规灰阶超声77例(92.8%)患者显示肝脏病灶，共检出181个病灶；CEUS与CECT均能显示83例患者肝脏病灶，其中CEUS检出298个病灶；CECT检出312个病灶。结合病理学综合评估肝转移灶共320个，常规超声对病灶检出率为56.6%，CEUS对病灶检出率为93.1%，CECT对病灶检出率为97.5%，三者差异有统计学意义($\chi^2=222.953$, $P<0.001$)。

2.4 CEUS特征

对CEUS显示的83个病灶进行增强表现分析。注射造影剂后，动脉期增强模式显示病灶整体均匀强化19个，整体不均匀强化16个，环状强化48个；其中整体强化的35个病灶中有25个呈高回声，10个呈低回声。在门脉期，病灶呈低增强81个，等增强1个，高增强1个；延迟期呈低增强82个，高增强1个。CEUS开始增强时间与廓清时间分别为(15.2±4.3) s(范围10~35 s)和(42.2±21.3) s(范围21~110 s)。

2.5 CECT与CEUS增强模式比较

CECT动脉期增强模式显示病灶整体均匀强化6例, 整体不均匀强化8个, 环状强化69个, 与CEUS相比, 差异有统计学意义 ($\chi^2=13.196$, $P=0.001$)。

CECT动脉期显示环状强化的比率高于CEUS (83.1% vs 57.8%)。门脉期与延迟期CECT与CEUS的增强程度比率近似, 差异无统计学意义 ($P>0.05$, 表2)。典型病例图像见图2。

表2 胰腺癌肝转移CEUS与CECT的增强模式比较

项目	CEUS	CECT	χ^2 值	P值
Tab.2 Comparison of enhancement patterns between CEUS and CECT in liver metastasis of pancreatic cancer				
动脉期增强模式			13.196	0.001
整体均匀强化	19 (22.9)	6 (7.2)		
整体不均匀强化	16 (19.3)	8 (9.6)		
环状强化	48 (57.8)	69 (83.1)		
门脉期增强程度			1.876	0.620
高增强	1 (1.2)	0 (0.0)		
低增强	81 (97.6)	80 (96.4)		
等增强	1 (1.2)	3 (3.6)		
延迟期增强程度			—	1.000
低增强	82 (98.8)	82 (98.8)		
等增强	1 (1.2)	1 (1.2)		

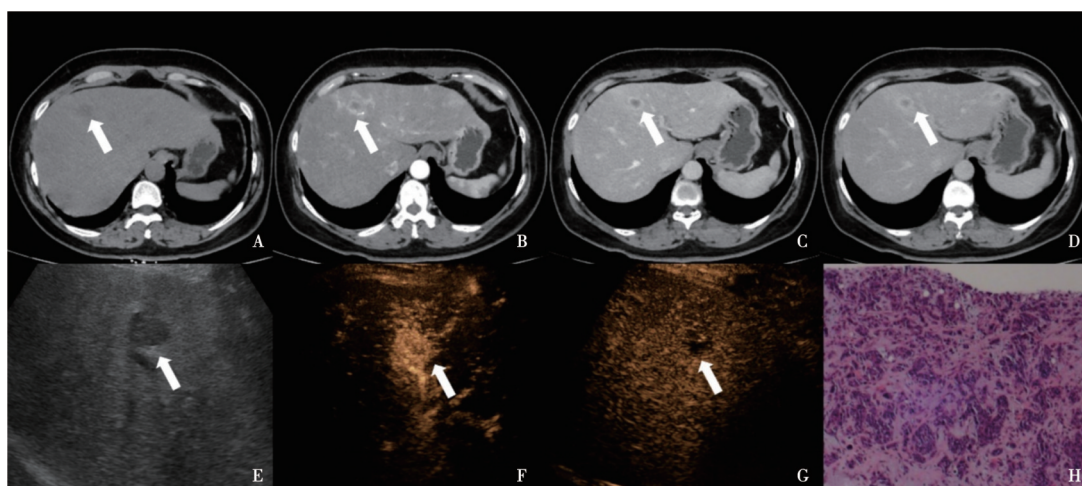


图2 典型病例 (男性, 56岁, 体检发现胰腺占位合并肝转移) CECT和CEUS图像

Fig.2 CECT and CEUS images of typical case (male, 56 years old, the pancreatic mass lesion was discovered during a physical examination, along with liver metastasis)

A: 平扫CT显示肝右叶大小约1.5 cm低密度病灶; B: 增强后动脉期呈环状强化; C、D: 门脉期(C)与延迟期(D)消退; E: 常规灰阶超声显示右叶低回声病灶, 境界清晰; F: CEUS动脉期呈整体均匀强化; G: 延迟期呈低回声; H: 患者在超声引导下进行肝穿刺活检, 术后病理学检查证实为肝转移癌。

3 讨 论

肝脏是胰腺癌最常见的转移部位, 早期肝转移与胰腺癌患者预后差密切相关, 是影响预后的独立因素。因而, 是否有明确的肝转移对胰腺癌的治疗策略和预后有很大影响^[4]。目前, 薄层CECT是最

常用的胰腺癌影像学检查方法。对于胰腺癌肝转移的评价, 也有研究^[5]认为增强MRI优于CECT。然而随着超声技术的不断发展, CEUS在其诊断与预后评估中亦逐步发挥重要作用。与CT或MRI造影剂相比, CEUS使用纯血池成像的微泡, 其直径小于10 μm , 有效模拟红细胞的血流动力学特性。该技术具有实时观测的优点, 能有效地反映肿瘤的

微循环灌注状态^[6]。

本组数据提示约42% CT显示的肝转移灶在常规灰阶超声未能清晰显示,这可能与胰腺癌肝转移病灶较小、部分病灶为等回声、转移灶位置不佳有关。尽管超声仪器的分辨率在不断提高,但在实际使用中肝脏的扫查仍存在一定局限。因此,使用超声造影剂对病灶的检出具有重要意义。本组数据提示CEUS能显示约95.5% CECT上的病灶,显著提高了病灶检出率。值得注意的是,在CEUS中,亦有少部分病灶无法显示,其原因为部分区域可能因解剖位置而成为显像盲区,例如靠近胃部的左肝外叶段和靠近膈肌的S8段。此外,CEUS的图像质量还可能受到患者自身因素(如肥胖、脂肪肝或无法屏气)以及操作者技术水平的影响。

本研究结果显示,CEUS与CECT在胰腺癌肝转移的动脉期增强模式上存在一定差异,CECT显示环状强化的比率高于CEUS,部分在CECT上呈环状增强的病灶在CEUS上显示为整体强化。这可能与检查技术不同相关。CEUS是连续性扫查,可以连续准确观察到病灶的微循环灌注。有部分肝转移灶在CEUS上表现为早期整体增强,同时消退较快,呈离心性消退,如CECT动脉期扫查时间稍晚,可能会捕捉不到病灶动脉期整体增强的特征,因此只显示为环状强化。

研究^[7]显示,肝转移灶的增强特征与原发灶的血供有一定相关性。胰腺癌是一种相对乏血供肿瘤,其纤维间质较多,肿瘤内微血管较少,因而胰腺癌的肝转移灶可能多表现为乏血供病灶的特征如环状强化、低增强等。然而,在本组数据中有25个病灶在动脉期呈整体均匀或不均匀高增强,但廓清时间快,基本在45 s内廓清。关于廓清时间,有研究^[8]认为,对于富血供结节,增加的动脉流量部分重叠了结节内减少的门静脉流量,从而导致动脉增强的延长;然而,由于供血血管减少,胰腺癌肝转移等乏血供结节不能补偿减少的门静脉流量,因此在CEUS上表现为快速廓清。

本研究的局限性主要在于对胰腺癌肝转移病灶数目的评价,其准确评估只能依赖于手术探查联合影像学检查。然而,肝转移并非手术切除的临床指征,部分患者可能存在影像学上难以显示的微转移^[9],因此本文中对肝转移灶数目的评估可能存在一定误差。

综上所述,胰腺癌肝转移CEUS与CECT在动脉期增强模式上存在差异,但均表现为快速廓清,门脉期与延迟期呈低增强。应用CEUS可显著提高胰腺癌肝转移灶的检出率,有助于临床上对肿瘤进行正确分期与制订治疗方案。

第一作者:

陈珂珂 (ORCID: 0000-0003-4451-0339), 硕士。

通信作者:

王文平 (ORCID: 0000-0002-6797-1835), 博士, 主任医师,

E-mail: puguang61@126.com。

作者贡献声明:

陈珂珂: 文章撰写, 数据资料收集, 数据统计分析; 张琪: 文献调研, 数据整理和收集; 秦红: 数据统计分析, 文献调研; 王文平: 论文思路设计与指导, 修订与审核。

[参 考 文 献]

- [1] SIEGEL R L, MILLER K D, FUCHS H E, et al. Cancer statistics, 2022[J]. CA Cancer J Clin, 2022, 72(1): 7-33.
- [2] DE DOSSO S, SIEBENHÜNER A R, WINDER T, et al. Treatment landscape of metastatic pancreatic cancer[J]. Cancer Treat Rev, 2021, 96: 102180.
- [3] TEMPERO M A, MALAFA M P, AL-HAWARY M, et al. Pancreatic adenocarcinoma, version 2.2021, NCCN clinical practice guidelines in oncology[J]. J Natl Compr Cancer Netw, 2021, 19(4): 439-457.
- [4] JIA W Y, GUI Y, CHEN X Q, et al. Pancreatic ductal adenocarcinoma with synchronous and metachronous hepatic metastasis predicted by contrast-enhanced ultrasound[J]. Quant Imaging Med Surg, 2023, 13(6): 3902-3914.
- [5] ISHIKAWA T, OHNO E, MIZUTANI Y, et al. Comparison of contrast-enhanced transabdominal ultrasonography following endoscopic ultrasonography with GD-EOB-DTPA-enhanced MRI for the sequential diagnosis of liver metastasis in patients with pancreatic cancer[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2022, 29(6): 682-692.
- [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]. Ultraschall Med, 2020, 41(5): 562-585.
- [7] DĂNILĂ M, POPESCU A, SIRLI R, et al. Contrast enhanced ultrasound (CEUS) in the evaluation of liver metastases[J]. Med Ultrason, 2010, 12(3): 233-237.
- [8] KONG W T, JI Z B, WANG W P, et al. Evaluation of liver metastases using contrast-enhanced ultrasound: Enhancement patterns and influencing factors[J]. Gut Liver, 2016, 10(2): 283-287.
- [9] TAKESUE S, OHUCHIDA K, SHINKAWA T, et al. Neutrophil extracellular traps promote liver micrometastasis in pancreatic ductal adenocarcinoma *via* the activation of cancer-associated fibroblasts[J]. Int J Oncol, 2020, 56(2): 596-605.

(收稿日期: 2025-06-29 修回日期: 2025-08-21)