

·非血管介入 Non-vascular intervention·

Sonazoid 超声造影对早期肝脓肿介入诊疗的应用价值

董晓聪, 姚俊东, 李昀霖, 刘方义, 于杰, 韩志宇, 程志刚, 梁萍, 于晓玲

【摘要】目的 探讨 Sonazoid 超声造影(contrast-enhanced ultrasound with Sonazoid, SCEUS)在早期肝脓肿介入诊疗中的临床应用价值。**方法** 前瞻性纳入 2020 年 8 月至 2021 年 3 月于中国人民解放军总医院行示卓安超声造影检查的临床疑似肝脓肿患者, 入组患者均行灰阶超声和增强CT(contrast-enhanced computed tomography, CE-CT)检查。最终诊断通过①超声引导下穿刺活检;②CE-CT 且临床随访证实。**结果** 共纳入 48 例患者, 其中 41 例诊断为肝脓肿, 7 例诊断为恶性肿瘤。31 例肝脓肿及 7 例恶性肿瘤经穿刺活检证实, 余 10 例脓肿经 CE-CT 且临床随访 15 个月证实。SCEUS 诊断肝脓肿的灵敏度、特异度、准确度及受试者工作特征曲线下面积(AUC)分别为 100%、85.71%、97.92%和 0.929, CE-CT 为 95.12%、71.43%、91.67%和 0.833, 灰阶超声为 73.17%、57.14%、70.83%和 0.652; SCEUS 和 CE-CT 的灵敏度和准确度均优于灰阶超声($P<0.05$)。对于 SCEUS 动脉期呈现“非蜂窝状增强型”的 30 例早期脓肿, SCEUS 和 CE-CT 的准确度优于灰阶超声($P<0.05$), 且 SCEUS 的灵敏度(100%)高于 CE-CT(91.30%)。SCEUS 引导下的肝脓肿一次诊断成功率(100%)明显优于超声(75%)。**结论** SCEUS 和 CE-CT 对肝脓肿的诊断效能优于灰阶超声, 尤其对于“非蜂窝状增强型”的早期脓肿。SCEUS 灵敏度高, 且无辐射、可实时操作, 是早期肝脓肿有效的诊疗方式。

【关键词】 肝脓肿; 灰阶超声; 示卓安; 超声造影; 增强 CT

中图分类号: R735.8 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2023)-05-0451-05

Application value of contrast-enhanced ultrasonography using Sonazoid in the interventional diagnosis and treatment of early-stage hepatic abscess DONG Xiaocong, YAO Jundong, LI Yunlin, LIU Fangyi, YU Jie, HAN Zhiyu, CHENG Zhigang, LIANG Ping, YU Xiaoling. Chinese PLA Medical School; Department of Interventional Ultrasound, Fifth Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China

Corresponding author: YU Xiaoling, E-mail: dyuxl301@aliyun.com

【Abstract】Objective To discuss the application value of contrast-enhanced ultrasonography with Sonazoid(SCEUS) in the interventional diagnosis and treatment of early-stage hepatic abscess. **Methods** The patients with clinically suspected hepatic abscess, who underwent SCEUS at the General Hospital of PLA of China between August 2020 and March 2021, were prospectively enrolled in this study. All enrolled patients received gray-scale ultrasound and contrast-enhanced computed tomography(CE-CT) examinations. The final diagnosis was made by ultrasound-guided puncture biopsy, or the diagnosis was also confirmed by CE-CT and the clinical follow-up visit. **Results** A total of 48 patients were enrolled in this study, and the diagnosis included hepatic abscess($n=41$) and malignant tumor($n=7$). The diagnoses of 31 liver abscesses and 7 malignant tumors were confirmed by needle puncture biopsy, and the remaining 10 hepatic abscesses were confirmed by CE-CT and clinical follow-up visit for 15 months. The sensitivity, specificity, accuracy and area under receiver operating characteristic curve(AUC) of SCEUS for diagnosing hepatic abscess were 100%, 85.71%, 97.92% and 0.929 respectively, which of CE-CT and of gray-scale ultrasound were 95.12%, 71.43%, 91.67% and 0.833 respectively, and 73.17%, 57.14%, 70.83% and 0.652 respectively. The sensitivity and accuracy of both SCEUS and CE-CT were remarkably better than those of gray-scale ultrasound($P<0.05$). In 30 patients with

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2023.05.008

作者单位: 100853 北京 中国人民解放军医学院(董晓聪、姚俊东、李昀霖);中国人民解放军总医院第五医学中心介入超声科(刘方义、于杰、韩志宇、程志刚、梁萍、于晓玲)

通信作者: 于晓玲 E-mail: dyuxl301@aliyun.com

early-stage hepatic abscess, in whom the lesion presented as the “non-honeycomb enhancement type” shadows on the SCEUS arterial phase images, the diagnosis accuracy of both SCEUS and CE-CT was better than that of gray-scale ultrasound ($P<0.05$), although the sensitivity of SCEUS (100%) was obviously higher than that of CE-CT (91.30%). The successful diagnosis rate of hepatic abscess with single SCEUS examination was 100%, which was strikingly higher than 75% of gray-scale ultrasound. **Conclusion** For diagnosing hepatic abscess, the efficacy of both SCEUS and CE-CT is better than that of gray-scale ultrasound, especially for the patients who have early-stage hepatic abscesses that present as the “non-honeycomb enhancement type” shadows on the SCEUS arterial phase images. Being of its high sensitivity, no radiation, and real-time imaging, the SCEUS is an effective diagnostic and therapeutic means for early-stage hepatic abscess. (J Intervent Radiol, 2023, 32: 451-455)

【Key words】 hepatic abscess; gray-scale ultrasound; Sonazoid; ultrasonography; contrast-enhanced computed tomography

由于人口老龄化,胆道疾病和糖尿病发病率升高^[1-3],肝脓肿发病率呈上升趋势,约为 20/100 000^[4]。患者晚期可进展为脓毒症和多器官衰竭,死亡率高达 8%~31%^[5],因此有必要早期诊断肝脓肿并及时治疗。超声(ultrasound,US)和 CT 检查是目前诊断肝脓肿的主要影像学手段^[6]。肝脓肿的灰阶超声表现从高回声到无回声不等^[7],这种形态变化与病理分期密切相关^[8]。尤其脓肿液化之前,灰阶超声对早期肝脓肿的诊断较为困难,易与恶性肿瘤相混淆^[9]。第二代超声造影剂 Sonazoid(perfluorobutane,示卓安;GE Healthcare,USA)可实时评估肝动脉和门静脉在病灶内部的血流动力学,以及 Kupffer 细胞的含量^[10,11]。因此,Sonazoid 可通过血管相和 Kupffer 期成像诊断早期肝脓肿。目前尚缺乏 Sonazoid 在早期肝脓肿介入诊疗中的临床应用。本研究前瞻性单中心分析 Sonazoid 在早期肝脓肿介入诊疗中的应用价值。

1 材料与方法

1.1 一般资料

前瞻性纳入 2020 年 8 月至 2021 年 3 月于中国人民解放军总医院接受 SCEUS 检查的临床可疑肝脓肿患者。纳入标准:①18~80 岁;②临床表现为可疑肝脓肿;③同时进行灰阶超声和 CE-CT 检查。排除标准:①对 Sonazoid 任何成分及碘油过敏;②合并严重的心脑血管器质性疾病;③就诊前接受过局部治疗。本研究得到了中国人民解放军总医院伦理委员会的许可。所有患者于研究前签署书面知情同意书。

共纳入 48 例患者,41 例最终诊断为肝脓肿,7 例诊断为恶性肿瘤。其中 31 例肝脓肿及 7 例恶性肿瘤经穿刺活检证实,余 10 例脓肿经 CE-CT 且临床随访 15 个月证实。7 例恶性肿瘤中,3 例为胆管细胞癌(intrahepatic cholangiocarcinoma,ICC),

2 例为混合型肝细胞-胆管细胞癌(combined hepatocellular-cholangiocarcinoma,CHC),2 例为转移癌。男性 28 例,女性 20 例;平均年龄为 (61.3 ± 10.9) 岁;病灶最大 14.0 cm,最小 2.1 cm,平均直径 (6.8 ± 2.3) cm。41 例肝脓肿患者中,12 例患有胆道疾病(7 例为胆总管结石,3 例为囊肿,2 例为术后胆道狭窄),15 例合并 2 型糖尿病。所有患者临床表现寒战、高热,体温 38~39.2℃,白细胞计数范围为 $(10.1\sim 19.8)\times 10^9/L$ 。25 例患者右上腹持续疼痛。

1.2 仪器与方法

使用 Acuson Sequoia,GE Logiq E9 等超声诊断仪,4V1、C5-1 探头,频率为 1.0~4.0MHz,3.5~5.0MHz。造影剂使用 Sonazoid(GE 公司),CEUS 采用对比脉冲序列造影成像模式,机械指数为 0.18~0.21。

常规超声记录病灶的位置、大小、回声、血流信号等特征后进入低机械指数造影模式。以团注方式将 0.6~0.8 mL Sonazoid 混悬液在 2~3 s 内快速注入肘前静脉,随之用 5 mL 生理盐水冲注,实时不间断观察病灶并储存前 120 s 图像,随后间断性留取每分最初 5 s 影像,直到 12 min。

CT(德国西门子公司双源 CT)检查:参数为管电压 120 kV,管电流 150~230 ms,层厚 8 mm,螺距 1。扫描前 15 min 给患者服用 500 mL 温水,取卧位,屏气呼吸,平扫全肝,将非离子型含碘对比剂碘海醇 80 mL 经肘静脉高压注射,动态增强扫描直到延迟期。所有图像存储在硬盘上,以备后续评估。

造影时相划分参照欧洲超声医学与生物学联合会(european federation of societies for ultrasound in medicine and biology,EFSUMB)标准^[12],注射造影剂后 10~35 s 为动脉期,36~120 s 为门脉期,121~300 s 为延迟期,8 min 后为血管后相(Kupffer 期)。由本中心 2 名经验丰富(均具有 5 年以上

CEUS 经验)的超声医师对病灶的增强方式及程度进行分析。CE-CT 图像由本中心 1 名放射诊断科医师(具有 5 年以上影像诊断经验)对病灶的密度及增强方式进行分析。

“早期肝脓肿”对应于脓肿的炎症期及脓肿形成早期^[13],灰阶超声表现为高回声到低回声不等;SCEUS 表现为动脉期呈“非蜂窝状增强”,门脉期及延迟期呈等增强,枯否期呈等增强或偏低增强;CE-CT 表现为动脉期脓肿壁增强,门脉期脓肿壁增强程度降低,其密度略高于肝实质密度,延迟期脓肿壁仍有强化,其密度略高于或等于肝实质密度。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组之间比较用 t 检验,不符合正态分布数据用中位数(M)表示,两组之间比较用 Wilcoxon 秩和检验。计算不同影像方式诊断肝脓肿的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值;绘制 ROC 曲线计算不同影像方式的 AUC 值。McNemar 检验用于比较不同影像方式的诊断效能。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同检查方式对肝脓肿的诊断效能

SCEUS 正确诊断肝脓肿 41 例,误将 1 例 ICC 诊断为肝脓肿,漏诊率 0,误诊率 2.08%;CE-CT 正确诊断肝脓肿 39 例,漏诊 2 例,误将 2 例恶性肿瘤(1 例为 ICC,1 例为 CHC)诊断为肝脓肿,漏诊率为 4.17%,误诊率为 4.17%;灰阶超声正确诊断肝脓肿 30 例,漏诊 11 例,误将 3 例恶性肿瘤(2 例为 ICC,1 例为 CHC)诊断为肝脓肿,漏诊率为 22.92%,误诊率为 6.25%。

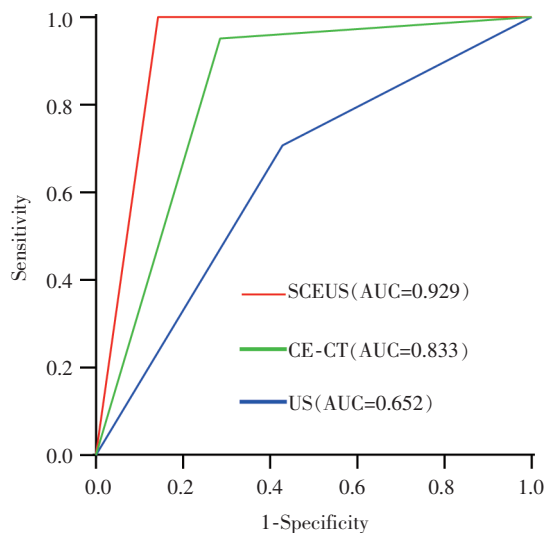
SCEUS 诊断肝脓肿的灵敏度、特异度、准确度及 AUC 值分别为 100%、85.71%、97.92%、0.929,CE-CT 为 95.12%、71.43%、91.67%、0.833,灰阶超声为 73.17%、57.14%、70.83%和 0.652。SCEUS 和 CE-CT 诊断肝脓肿的灵敏度和准确度均优于灰阶超声($P < 0.05$),而 SCEUS 和 CE-CT 的准确度无差异($P > 0.05$)(表 1 和图 1)。

2.2 “蜂窝状增强型”病灶,不同检查方式对肝脓肿的诊断效能

根据病灶 SCEUS 增强方式,可分为动脉期“蜂窝状增强型”和动脉期“非蜂窝状增强型”,其中“蜂窝状增强型”18 例,“非蜂窝状增强型”30 例。对于“蜂窝状增强型”病灶,SCEUS 诊断肝脓肿的灵敏度、准确度为 100%、100%,CE-CT 为 100%、100%,

表 1 三种影像方式对肝脓肿的诊断效能比较

参数	US(%)	SCEUS(%)	CE-CT(%)	US vs SCEUS	US vs CE-CT	SCEUS vs CE-CT
灵敏度	73.17	100	95.12	<0.01	0.02	0.500
特异度	57.14	85.71	71.43			
准确度	70.83	97.92	91.67	0.021	0.012	1.00
阳性预测值	90.91	97.62	95.12			
阴性预测值	26.67	100	71.43			



红色曲线代表 SCEUS 的 ROC 曲线,AUC 值为 0.929;绿色曲线代表 CE-CT 的 ROC 曲线,AUC 值为 0.833;蓝色曲线代表 US 的 ROC 曲线,AUC 值为 0.652

图 1 SCEUS、CE-CT 和 US 诊断肝脓肿的 AUC 值

灰阶超声为 88.89%、88.89%。三种影像方式的诊断效能无统计学差异($P > 0.05$)。

2.3 “非蜂窝状增强型”病灶,不同检查方式对肝脓肿的诊断效能

对于“非蜂窝状增强型”病灶,SCEUS 诊断肝脓肿的灵敏度、特异度和准确度分别为 100%、85.71%和 96.67%,CE-CT 为 91.30%、71.43%和 86.67%,灰阶超声为 60.87%、57.14%和 60%。SCEUS 和 CE-CT 诊断肝脓肿的准确度优于灰阶超声($P < 0.05$),而 SCEUS 和 CE-CT 无统计学差异($P > 0.05$),SCEUS 的灵敏度优于 CE-CT(表 2)。

2.4 所有病灶 SCEUS 图像特征

分析所有病灶灰阶超声和 SCEUS 特征(表 3)。1 例早期肝脓肿和 1 例蜂窝状增强型肝脓肿患者声像图见图 2、图 3。

2.5 SCEUS 在肝脓肿介入诊疗中的应用价值

对 SCEUS 动脉期呈现“非蜂窝状增强”的 31 例病灶,在 SCEUS 引导下对病灶增强区域穿刺,所有病灶均得到明确诊断,一次穿刺成功率为 100%。对动脉期呈现“蜂窝状增强”的 8 例病灶,在 US 引导

表 2 “非蜂窝状增强型”中三种影像方式对肝脓肿的诊断效能比较

参数	US(%)	SCEUS (%)	CE-CT (%)	US vs SCEUS	US vs CE-CT	SCEUS vs CE-CT
灵敏度	60.87	100	91.30			
特异度	57.14	85.71	71.43			
准确度	60.00	96.67	86.67	0.065	0.070	1.000
阳性预测值	82.35	95.83	91.30			
阴性预测值	30.77	100	71.43			

表 3 病灶 US 和 SCEUS 特征

病灶	US	动脉期	门脉期/延迟期	枯否期
早期肝脓肿	低/混合回声	非蜂窝状增强	等/低回声	等/低回声
典型肝脓肿	低回声	蜂窝状增强	等/低回声	低/无回声
ICC	低回声	非蜂窝状增强	低回声	低回声
CHC	低/混合回声	非蜂窝状增强	低回声	低回声
转移癌	混合/高回声	非蜂窝状增强	低回声	低回声

下对病灶实性部分穿刺,其中 2 例脓肿二次穿刺得到明确诊断,一次穿刺成功率为 75%。

肝脓肿治疗方式分为抗生素保守治疗和 SCEUS 引导下介入治疗(表 4)。所有脓肿于治疗后 1 个月复查时体积均明显缩小。

3 讨论

肝脏为双重供血,且经胆道系统与肠道相通,易

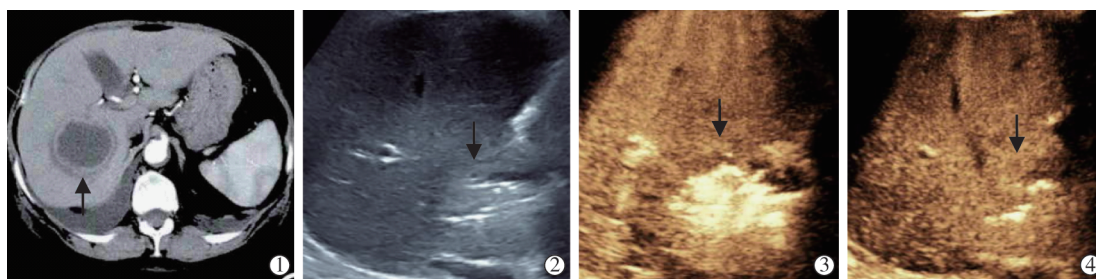
表 4 肝脓肿治疗方式

肝脓肿例数	直径(cm)	治疗方式
8	<3 cm	抗生素
18	3~5 cm	SCEUS 引导下经皮穿刺抽吸
15	>5 cm	SCEUS 引导下经皮穿刺引流

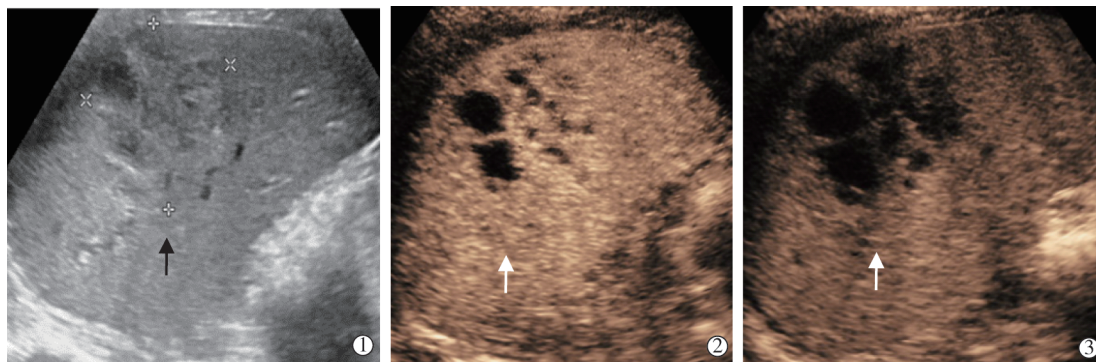
受循环血液中滞留病菌的感染形成脓肿^[14]。超声可为肝脓肿进行定位、定性诊断,并可实时及重复性检查^[15]。典型肝脓肿的超声表现为不规则、厚壁的无回声包块。抗菌药物的使用和超声引导下介入治疗的发展,典型肝脓肿并不常见^[16,17]。肝组织液化前的化脓性炎症期,脓肿呈实性改变,随着液化程度的增加,病灶呈囊性改变。因此肝脓肿的灰阶超声表现从高回声到无回声不等,易与其他局灶性病变混淆。

本研究评估了三种检查方式对肝脓肿的诊断效能,其中 US 和 CE-CT 的灵敏度分别为 73.17%(30/41)和 97.56%(40/41)。先前研究报道,常规超声和 CT 检查对肝脓肿的灵敏度可达 85%和 97%^[15]。11 例不典型脓肿未被灰阶超声检出,可能与脓肿处于炎症期和脓肿形成初期相关。CT 检查因图像分辨率高,能明显减少运动伪影产生,诊断肝脓肿的灵敏度高于灰阶超声。

分析本研究 48 例病灶 SCEUS 动脉期增强方式



患者男,54 岁,早期肝脓肿:①增强 CT 动脉期上表现为类圆形低密度影,边缘可见环形稍高密度影;②灰阶超声表现为偏高回声结节;③SCEUS 动脉期表现为“非蜂窝状增强”;④ 枯否期表现为边界清晰的等增强

图 2 早期肝脓肿声像图

患者男,48 岁,“蜂窝状增强型”肝脓肿:①灰阶超声表现为混合回声结节;②SCEUS 动脉期表现为“蜂窝状增强”;③枯否期表现为边界清晰的低回声区

图 3 “蜂窝状增强型”肝脓肿声像图

可知,18 例典型肝脓肿呈“蜂窝状增强”。灰阶超声对此型脓肿的灵敏度高达 88.89%,SCEUS 和 CE-CT 可达 100%。余 30 例病灶呈“非蜂窝状增强型”,其中 23 例为早期肝脓肿。灰阶超声对此型脓肿的灵敏度仅有 60.87%,使用 Sonazoid 可将灵敏度提高至 100%。Sonazoid 可实时显示脓肿内部肝动脉和门静脉的血流动力学变化,且揭示病变内部 Kupffer 细胞的含量^[12]。脓肿处于炎症期时,肝组织局部细胞病变,炎症细胞浸润、充血,肝动脉血流量增加,动脉期呈高增强,门脉期呈等增强;肝组织内 Kupffer 细胞含量正常,血管后相呈等增强。随着肝组织液化坏死,未坏死的脓肿内仍有门静脉血流,Kupffer 细胞含量逐渐下降,门脉期呈等增强,血管后相呈低增强或无增强。因此 Sonazoid 可鉴别肝脓肿和恶性肿瘤。使用 CE-CT 将灵敏度提高至 91.30%,2 例不典型肝脓肿误诊为 ICC,但 Sonazoid 正确诊断为肝脓肿。可能与这 2 例患者曾有 ICC 切除手术史、脓肿继发于 ICC 且和 ICC 位于同一肝叶有关。CE-CT 不能实时动态观察病灶的增强方式及程度、范围,而 Sonazoid 可实时观察病灶,可获取比 CE-CT 更细节的血流动力学变化。

分析本研究 48 例病灶 SCEUS 血管后相可知,7 例恶性肿瘤和 18 例典型脓肿呈低增强或无增强区,23 例不典型脓肿呈等增强或低增强区。2 例不典型脓肿在血管相被误诊为恶性肿瘤,但血管后相呈等增强表现,正确诊断为肝脓肿。血管后相可通过病灶内部 Kupffer 细胞的含量鉴别良恶性肿瘤或坏死组织^[18]。恶性肿瘤或坏死组织于枯否期表现为低回声或无回声,而良性肿瘤或正常组织表现为等回声或高回声。

分析 SCEUS 在肝脓肿介入诊疗中的应用可知,SCEUS 引导的一次穿刺诊断成功率明显优于 US,且 Sonazoid 可安全有效地用于肝脓肿的介入治疗。SCEUS 可实时显示病灶内部血供,可避免穿刺针刺入微小血管,因此可安全地进行介入操作^[19]。在脓肿生长过程中,由于血液供应不足常可致坏死或液化发生,常规超声不能准确区分坏死区和组织活性区^[20]。因此,超声引导下的一次活检可能出现假阴性结果。

综上所述,SCEUS 和 CE-CT 对肝脓肿的诊断效能优于灰阶超声,尤其对于“非蜂窝状增强型”的早期脓肿。但 SCEUS 灵敏度高,且无辐射、可实时操作,是早期肝脓肿有效的诊疗方式。

[参考文献]

[1] Hong CS, Chung KM, Huang PC, et al. Epidemiology and mortality of liver abscess in end-stage renal disease dialysis patients: Taiwan national cohort study[J]. PLoS One, 2014, 9: e88078.

- [2] Foo NP, Chen KT, Lin HJ, et al. Characteristics of pyogenic liver abscess patients with and without diabetes mellitus [J]. Am J Gastroenterol, 2010, 105: 328-335.
- [3] De C Ferreira LE, Baron TH. Acute biliary conditions[J]. Best Pract Res Clin Gastroenterol, 2013, 27: 745-756.
- [4] Khim G, Em S, Mo S, et al. Liver abscess: diagnostic and management issues found in the low resource setting[J]. Br Med Bull, 2019, 132: 45-52.
- [5] Boccata A, D'Ardes D, Cocco G, et al. Ultrasound and hepatic abscess: a successful alliance for the internist[J]. Eur J Intern Med, 2019, 68: e19-e21.
- [6] Bachler P, Baladron MJ, Menias C, et al. Multimodality imaging of liver infections: differential diagnosis and potential pitfalls [J]. Radiographics, 2016, 36: 1001-1023.
- [7] Hui JY, Yang MK, Cho DH, et al. Pyogenic liver abscesses caused by klebsiella pneumoniae: US appearance and aspiration findings [J]. Radiology, 2007, 242: 769-776.
- [8] Morte KJ, Segatto E, Ros PR. The infected liver: radiologic-pathologic correlation[J]. Radiographics, 2004, 24: 937-955.
- [9] Morin SH, Lim AK, Cobbald JF, et al. Use of second generation contrast-enhanced ultrasound in the assessment of focal liver lesions[J]. World J Gastroenterol, 2007, 13: 5963-5970.
- [10] Lee JY, Minami Y, Choi BI, et al. The AFSUMB consensus statements and recommendations for the clinical practice of contrast-enhanced ultrasound using sonazoid[J]. J Med Ultrasound, 2020, 28: 59-82.
- [11] Mandai M, Koda M, Matono T, et al. Assessment of hepatocellular carcinoma by contrast-enhanced ultrasound with perfluorobutane microbubbles: comparison with dynamic CT[J]. Br J Radiol, 2011, 84: 499-507.
- [12] Dietrich CF, Nolsoe 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: 2579-2604.
- [13] 熊勇. CT 动态增强和 MRI 判断肝脓肿病理分期的作用[J]. 影像研究与医学应用, 2018, 2: 35-36.
- [14] Bari S, Sheikh KA, Malik AA, et al. Percutaneous aspiration versus open drainage of liver abscess in children[J]. Pediatr Surg Int, 2007, 23: 69-74.
- [15] Lin AC, Yeh DY, Hsu YH, et al. Diagnosis of pyogenic liver abscess by abdominal ultrasonography in the emergency department [J]. Emerg Med J, 2009, 26: 273-275.
- [16] 刘兆玉, 畅智慧, 王海瑞, 等. 肝脓肿介入治疗辽宁专家共识 (2022)[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31: 642-650.
- [17] 徐圣, 朱海东, 陈荔, 等. 经皮穿刺引流术在细菌性肝脓肿治疗中的作用[J]. 介入放射学杂志, 2018, 27: 181-185.
- [18] Nakano H, Ishida Y, Hatakeyama T, et al. Contrast-enhanced intraoperative ultrasonography equipped with late Kupffer-phase image obtained by sonazoid in patients with colorectal liver metastases[J]. World J Gastroenterol, 2008: 3207-3211.
- [19] Cao J, Fan P, Wang F, et al. Application of contrast-enhanced ultrasound in minimally invasive ablation of benign thyroid nodules[J]. J Interv Med, 2022, 5: 32-36.
- [20] Fan P, Cao J, Jin Y, et al. Efficacy of contrast-enhanced ultrasound-guided percutaneous core needle biopsy in anterior mediastinal masses[J]. J Interv Med, 2022, 5: 159-165.

(收稿日期: 2022-11-27)

(本文编辑: 茹实)