

二维实时剪切波弹性成像技术 对囊型肝包虫分型的价值研究

袁振明¹ 郭建英² 庞玉花² 王金环² 阳丹才让³ 于国英⁴

【摘要】目的 探讨二维实时剪切波弹性成像技术(2D-SWE)对囊型肝包虫病(CE)分型的诊断价值。**方法** 收集2018年7月至2023年7月青海省第四人民医院住院的CE患者共91例,患者均行常规彩色多普勒超声、2D-SWE、CT或MRI检查,因2D-SWE在囊性病灶中剪切波传播速度几乎为零,故排除41例CE1和CE2型患者,入组有实性成分的50例CE3~CE5型患者作为研究对象,以CT/MR结果作为分型标准分为CE3型组(15例)、CE4型组(19例)和CE5型组(16例),计量资料(年龄、病灶左右径、病灶前后径、CE硬度值和周围肝脏硬度值)的3组整体比较采用单因素方差分析,组内两两比较采用LSD-*t*检验;计数资料(性别、病灶数目和病灶部位)采用Pearson卡方检验或Fisher's确切概率法。CE分型与CE硬度值间相关性分析采用Spearman等级相关分析,用受试者工作特征曲线(ROC)和ROC曲线下面积(AUC)评估2D-SWE对CE分型的诊断能力。**结果** CE3型、CE4型和CE5型CE硬度平均值分别为(15.77 ± 5.83) kPa、(34.15 ± 9.28) kPa和(50.80 ± 13.73) kPa, Spearman等级相关性分析结果显示,CE分型与CE硬度平均值呈正相关($r = 0.821$ 、 $P < 0.001$)。CE3组、CE4组和CE5组患者CE硬度值差异有统计学意义($F = 45.991$ 、 $P < 0.001$),CE硬度值组间两两比较,差异均有统计学意义(CE3型组 vs. CE4型组: $t = -5.236$ 、 $P < 0.001$, CE3型组 vs. CE5型组: $t = -9.590$ 、 $P < 0.001$, CE4型组 vs. CE5型组: $t = -4.828$ 、 $P < 0.001$)。2D-SWE鉴别CE3和CE4型的AUC为0.941(95%CI: 0.867~1.000、 $P < 0.001$),当截断值为19.5 kPa时,诊断灵敏度和特异度分别为94.7%和73.3%;2D-SWE鉴别CE4和CE5型的ROC曲线下面积为0.826(95%CI: 0.684~0.967、 $P < 0.001$),当截断值为47.5 kPa时,诊断灵敏度和特异度分别为62.5%和89.5%。**结论** 2D-SWE是一种安全、经济、无创、快速且可视化的影像学方法,可对肝包虫的生物力学特征进行定量评估,对于CE3、CE4和CE5型分型是一个非常好的检测工具。2D-SWE彩色弹性图能实时显示CE病灶区域内软硬度的分布,可为手术方式和手术器械的选择提供参考。

【关键词】 二维实时剪切波弹性成像技术;囊型肝包虫;定量;分型

Value of two-dimensional shear wave elastography in the typing of liver Cystic echinococcosis

Yuan Zhenming¹, Guo Jianying², Pang Yuhua², Wang Jinhuan², Yang Dancairang³, Yu Guoying⁴. ¹Department of Medical Ultrasonography, Shanghai Tenth People's Hospital, Shanghai 200072, China; ²Department of Ultrasonography and Electrophysiology, ⁴Division 2nd, Department of Hepatology, The Fourth People's Hospital of Qinghai Province, Xining 810000, China; ³Department of Hepatopancreatobiliary Surgery, the Affiliated Hospital of Qinghai University, Xining 810001, China

Corresponding author: Yu Guoying, Email: ygyqh999@126.com

【Abstract】Objective To investigate the value of two-dimensional shear wave elastography (2D-SWE) in the typing of liver Cystic echinococcosis (CE). **Methods** Total of 91 patients with liver CE were admitted to the Fourth People's Hospital of Qinghai Province from July 2018 to July 2023. Ultrasound, 2D-SWE, CT or MRI examinations were performed on each patient. As 2D-SWE had almost zero shear wave propagation speed in cystic lesions, 41 cases of CE1 and CE2 type were excluded. Total of 50 cases of CE3-CE5 type with solid components were enrolled as study subjects. According to the CT/MRI results, the patients were divided into CE3 group

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1358.2025.01.008

作者单位: 200072 上海, 上海市第十人民医院超声医学科¹; 810000 西宁市, 青海省第四人民医院超声电生理科²、肝病二科⁴; 810001 西宁市, 青海大学附属医院肝胆外科³

通信作者: 于国英, Email: ygyqh999@126.com

(15 cases), CE4 group (19 cases) and CE5 group (16 cases). The statistical data (age, left and right diameter of lesion, anterior and posterior diameter of lesion, CE hardness value, surrounding liver hardness value) of overall comparison among the three groups were analyzed by One-way analysis of variance, while pairwise comparison in each group were analyzed by LSD-*t* test. Counting data (sex, number of lesions and location of lesions) were obtained using Pearson *Chi-square* test or Fisher's exact probability method, the correlation analysis was conducted using Spearman rank correlation analysis. The diagnostic capability of the correlation between CE classification and CE hardness value was evaluated by receiver operating characteristic curve (ROC) and area under ROC curve (AUC). **Results** The average hardness values of CE3, CE4 and CE5 were (15.77 ± 5.83) kPa, (34.15 ± 9.28) kPa and (50.80 ± 13.73) kPa, respectively. The correlation analysis results showed that CE classification was positively correlated with the average hardness value of CE ($r = 0.821$, $P < 0.001$). The CE hardness values among patients in CE3 group, CE4 group and CE5 group were significantly different ($F = 45.991$, $P < 0.001$), while the pairwise comparison results between the CE hardness values showed that the differences were statistically significant (CE3 group vs. CE4 group: $t = -5.236$, $P < 0.001$, CE3 group vs. CE5 group: $t = -9.590$, $P < 0.001$, CE4 group vs. CE5 group: $t = -4.828$, $P < 0.001$). The AUC of 2D-SWE for diagnosis type of CE3 and CE4 was 0.941 (95%CI: 0.867-1.000, $P < 0.001$), with the cut-off value of 19.5 kPa, the sensitivity and specificity of 2D-SWE were 94.7% and 73.3%, respectively. The AUC of 2D-SWE for diagnosis type of CE4 and CE5 was 0.826 (95%CI: 0.684-0.967, $P < 0.001$), with the cut-off value of 47.5 kPa, the sensitivity and specificity of 2D-SWE were 62.5% and 89.5%, respectively. **Conclusions** 2D-SWE is a safe, economical, non-invasive, rapid, and visualization imaging method, which quantitatively assesses the biomechanical characteristics of liver CE. It serves as an excellent detection tool for typing CE3, CE4 and CE5. Furthermore, the 2D-SWE color elastic map provides real-time display of the distribution of softness and hardness within the CE lesion area. This information can serve as a valuable reference for selecting appropriate mode of operation and surgical instrument.

【Key words】 Two-dimensional shear-wave elastography; Liver cystic echinococcosis; Quantitative; Classification

棘球蚴病, 又名包虫病, 是一种人畜共患的食源性疾病^[1], 是危害我国部分地区人民健康的重要的传染病, 虽然现有的筛查和治疗技术不断进步, 但早期发现、早期治疗仍然是很重要的因素, 肝包虫病分为两种类型, 即由细粒棘球蚴感染所致的囊型包虫病 (Cystic echinococcosis, CE) 和多房棘球蚴感染所致的泡型包虫病 (Alveolar Echinococcosis, AE)^[2], 其中细粒棘球蚴最为多见^[3-4], 宁夏回族自治区、青海省和四川省以囊型肝棘球蚴病为主^[5], 在CE中, CE1、CE2和CE3型是有生物活性的, 需要手术和药物等干预治疗; CE4和CE5型因无活性, 一般不需要特殊干预, 临床中通常是采用超声和CT、MRI等技术对囊型肝包虫病分型进行鉴别, 但因CT和MRI检查成本比较高, 故超声是CE诊断、分型和随访的基础^[6], 但对CE3和CE4型的鉴别, 易受操作者的扫查手法、角度和主观因素的影响, 有研究报道在非流行率和低流行率国家, CE常被错误分型^[7], 所以在临床上有必要开展一种操作简便、能够量化CE分型的检测方法。

二维实时剪切波弹性成像技术 (two-dimensional shear wave elastography, 2D-SWE) 技术是新型的肝脏硬度检测的技术, 能够实时动态操作, 生成彩色弹性图, 并定量测量杨氏模量或剪切波速度, 反映组织的硬度, 常用于肝纤维化、肝硬化的诊断^[8-10], 目前已广泛应用于肝外其他器官, 包括心、脾、肾、前列腺、甲状腺、乳腺、皮肤、肌肉和胎盘等多个脏器^[11-19], 本研究拟通过2D-SWE技术, 检查并测量CE病灶内硬度, 以硬度值作为分型量化的指标, 以CT/MRI结果作为分型的标准, 从而评价2D-SWE对CE分型的诊断效能, 现报道如下。

资料与方法

一、研究对象

1. 研究对象: 收集2018年7月至2023年7月青海省第四人民医院门诊与住院的肝CE患者病例资料共91例, 所有患者均行常规彩色多普勒超声、2D-SWE、CT或MRI检查, 因2D-SWE在囊型病灶中剪切波传播速度为零, 故排除41例CE1和CE2型

患者, 入组有实性成分的50例CE3~CE5型患者为研究对象, 均有明确牧区劳动、生活及牲畜密切接触史; 其中男性30例、女性20例; 年龄17~76岁, 平均年龄为 (46.23 ± 15.23) 岁; 病灶直径24~155 mm, 平均 (66.69 ± 28.81) mm。病灶单发44例(44个), 多发6例(19个); 位于肝右叶32个, 左叶13个, 左右叶之间5个, 合并其他脏器包虫病1例(累及腹腔)。表现为右上腹不适、胀痛患者共11例。

入组标准: 患者诊断和分型按照《肝两型包虫病诊断与治疗专家共识(2019版)》和《肝包虫病影像学诊断专家共识》^[2, 20]中以CT/MRI结果作为分型标准对囊性包虫病进行分型。

排除标准: 排除患有肝囊肿、肝癌以及肝血管瘤等其他肝脏良恶性疾病者。

本研究经青海省第四人民医院伦理委员会批准, 批件编号: 2018伦审[03]号。

二、方法

1. 仪器与方法: 以法国Supersonic Imagine Aixplorer型彩色多普勒超声诊断仪作为检查设备, 进行彩色多普勒超声检查与剪切波弹性成像。凸阵探头频率为1.0~6.0 MHz。检查前患者应禁食, 休息10~20 min, 常规彩色多普勒超声扫查肝脏, 清晰显示病灶最大切面, 测量其长、宽以及厚径, 计算囊肿体积并记录确定包虫囊肿的大小、内部回声、位置和血流等。患者取仰卧位, 右上肢上抬至头部, 探头适当加压, 使二维B模式病灶图像显示清晰, 图像深度8 cm, 图像放大至120%, 量程70 kPa, 使用高穿透模式(Pen), 弹性取样框(Q-Box)避开肝包膜、肝内大血管、胆囊等非目标结构, 指导患者保持安静状态, 屏住呼吸3~5 s, 操作者探头不能移动, 待弹性图像均匀稳定后, 按压冻结键, 然后调节Q-Box进行测量^[21]。由同1名具有超声和弹性检查经验丰富的副主任或主任医师完成。

三、CE分型

本研究以超声作为首选的诊断、分型方法, 因CT和MRI具有多角度、多参数和高清晰度等优点, 能多方位地显示病灶位置与血管、胆管的关系, 能全面显示包虫病灶的特点^[2, 20], 故本研究以CT/MRI结果作为分型标准, 按照WHO分型(第二十届包虫病国际大会上, WHO包虫病专家工作组(WHO Informal Working Group on Echinococcosis, WHO-IWGE)在1981年Gharbi等^[22]超

声分型基础上, 制订共识的分型方案, 简称WHO分型)。将CE分为6型: 即CL(囊型病灶)、CE1(单囊型)、CE1(多子囊型)、CE3a(内囊塌陷型), CE3b(囊实混合型)、CE4(实变型)和CE5(钙化型)^[23]。CE1~CE5型经历着从发生发展到死亡的自然过程^[22], 其生物学特征: 有活性(CE1型和CE2型), 过渡型(CE3a和CE3b型)和无活性(CE4型和CE5型), WHO分型能间接地反映病灶的活性, 而2D-SWE能够实时动态地反映病变组织的生物力学信息^[24], 故使用2D-SWE测量CE的硬度值, 取CE3和CE4之间截断值, 间接评价CE有无活性。

四、统计学处理

采用SPSS 27.0软件进行统计分析, 符合正态分布的计量资料(年龄、病灶左右径、病灶前后径、CE硬度值、周围肝脏硬度值)以 $\bar{x} \pm s$ 表示, CE3型组、CE4型组和CE5型组整体比较采用单因素方差分析, 组内两两比较采用LSD-*t*检验; 计数资料(性别、病灶数目、病灶部位), 以例(%)表示, 采用Pearson卡方检验或Fisher's确切概率法。CE分型与CE硬度值间相关性分析采用双变量Spearman等级相关分析, 检验标准 $\alpha = 0.05$ (双侧)。采用受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC)和ROC曲线下面积(area under the ROC curve, AUC)评估该技术的诊断能力, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、CE分型与CE硬度值间的相关性

CE3型、CE4型和CE5型硬度平均值分别为 (15.77 ± 5.83) kPa、 (34.15 ± 9.28) kPa和 (50.80 ± 13.73) kPa, 相关性分析结果显示, CE分型与CE硬度的平均值呈正相关($r = 0.821$ 、 $P < 0.001$)。

二、不同CE分型患者临床特征和病灶内及周围肝实质的硬度值

CE3组、CE4组和CE5组患者年龄、性别、病灶数目、病灶部位、病灶左右径、病灶前后径和周围肝脏硬度值差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。CE3组、CE4组和CE5组患者CE硬度值差异有统计学意义($F = 45.991$ 、 $P < 0.001$), CE硬度值组间两两比较差异均有统计学意义(CE3型组 vs. CE4型组: $t = -5.236$ 、 $P < 0.001$, CE3型组

vs. CE5型组: $t=-9.590$ 、 $P<0.001$, CE4型组 vs. CE5型组: $t=-4.828$ 、 $P<0.001$)。

三、2D-SWE鉴别CE3型和CE4型

2D-SWE鉴别诊断CE3型和CE4型的AUC为0.941 (95%CI: 0.867~1.000、 $P<0.001$) , 取2D-SWE截断值为19.5 kPa时, >19.5 kPa为CE4型, 与CT/MRI诊断符合18例; <19.5 kPa为CE3型, 与CT/MRI诊断符合11例, 其鉴别CE3型和CE4型的灵敏度为94.7%、特异度为73.3%。阳性预测值为81.8%、阴性预测值为91.6%、准确度为85.3%、约登指数为0.681、阳性似然比为4.5、阴性似然比为0.091 (95%CI: 0.867~1.000, $P<0.001$) , 见图2。

四、2D-SWE鉴别CE4型和CE5型

2D-SWE鉴别诊断CE4型和CE5型的AUC为0.826 (95%CI: 0.684~0.967、 $P<0.001$) , 取2D-SWE截断值为47.5 kPa时, >47.5 kPa为CE5型, 与CT/MRI诊断符合10例; <47.5 kPa为CE4型, 与CT/MRI诊断符合17例, 鉴别CE4型和CE5型的灵敏度为62.5%、特异度为89.5%。阳性预测值为83.3%、阴性预测值为73.9%、准确度为77.1%、约登指数为0.52、阳性似然比为5、阴性似然比为0.353 (95%CI: 0.684~0.967、 $P<0.001$) , 见图3。

五、CE3型、CE4型和CE5型典型病例CT/MRI、超声以及2D-SWE图像

反映CE不同分型的影像学特征, 对于超声不

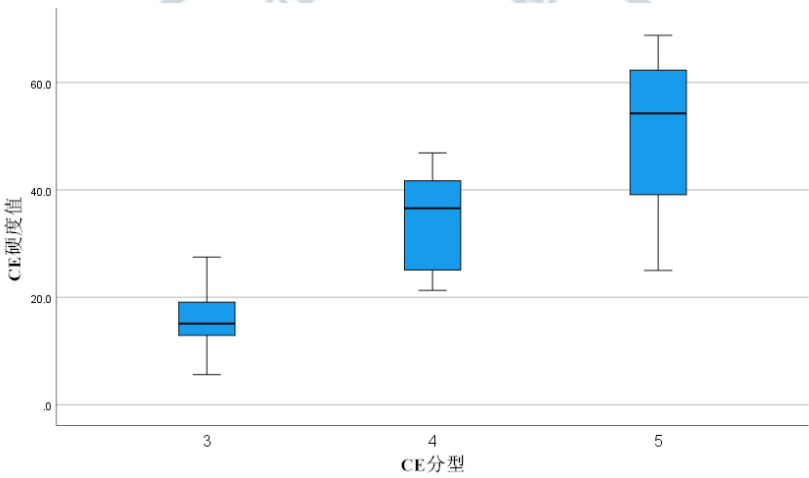


图1 CE分型与CE硬度值的相关性

表1 CE3组、CE4组和CE5组患者临床特征和病灶相关指标

指标	CE3型组 (15例)	CE4型组 (19例)	CE5型组 (16例)	统计量	P值
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	41.73 \pm 12.59	44.29 \pm 16.66	52.93 \pm 14.57	$F=2.378$	0.105
性别 [例 (%)]				$\chi^2=0.398$	0.819 ^a
男	8 (53.33)	12 (63.16)	10 (62.50)		
女	7 (56.66)	7 (36.84)	6 (37.5)		
病灶数目 [例 (%)]				—	0.562 ^b
单个	12 (80.00)	17 (89.47)	15 (93.75)		
≥ 2	3 (20.00)	2 (10.53)	1 (6.25)		
病灶部位 [例 (%)]				—	0.976 ^b
左叶	3 (20.00)	5 (26.32)	5 (31.25)		
右叶	10 (66.67)	12 (63.15)	10 (62.50)		
左右叶	2 (13.33)	2 (10.53)	1 (6.25)		
病灶左右径 ($\bar{x} \pm s$, mm)	82.92 \pm 36.59	57.40 \pm 14.27	63.00 \pm 29.03	$F=3.092$	0.057
病灶前后径 ($\bar{x} \pm s$, mm)	62.17 \pm 21.93	44.80 \pm 8.39	54.40 \pm 26.69	$F=2.453$	0.099
CE硬度值 ($\bar{x} \pm s$, kPa)	15.77 \pm 5.83	34.15 \pm 9.28	50.80 \pm 13.73	$F=45.991$	<0.001
周围肝脏硬度值 ($\bar{x} \pm s$, kPa)	7.42 \pm 1.12	11.04 \pm 7.89	9.25 \pm 4.98	$F=1.160$	0.326

注: ^a: Pearson 卡方检验, ^b: Fisher's 确切概率法。CE 硬度值组间两两比较: CE3 型组 vs. CE4 型组: $t=-5.236$ 、 $P<0.001$, CE3 型组 vs. CE5 型组: $t=-9.590$ 、 $P<0.001$, CE4 型组 vs. CE5 型组: $t=-4.828$ 、 $P<0.001$

易鉴别诊断的病例。2D-SWE的弹性图及定量检测可以辅助超声分型。

1. CE3b型患者：男性、59岁，超声示肝右叶见低回声块影，内部回声强弱不均匀，不易区分实性或囊性；2D-SWE测量低回声部分颜色不充填，提示可能为囊性（因为剪切波在液体中的传播速度为零，故颜色不充填），稍高回声部分被淡蓝色充填，测其硬度值2.5 kPa，结合超声图像疑似肝包虫病。CT示：肝右叶见类圆形低密度影，呈囊实混

合性，诊断CE3b型；增强后病灶内未见强化，见图4。

2. CE4型患者：女、49岁，超声示：肝S5段稍高回声块影，边界清，内部回声不均匀，内部回声不均匀能量多普勒示病灶内无血流信号；2D-SWE显示病灶内呈亮蓝色，测量病灶内硬度值13.3 kPa；2D-SWE显示病灶周边部呈黄色，部分为红色，病灶周边部硬度值24.0 kPa；提示病灶内以实性成分为主，病灶周边部硬度更高。MRI示：T2见

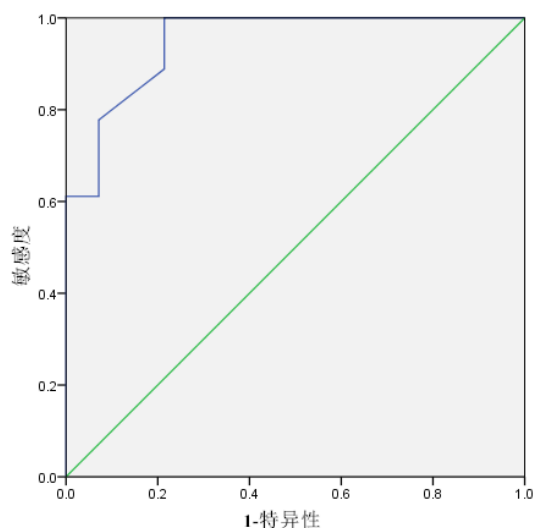


图2 2D-SWE鉴别CE3和CE4型的ROC曲线

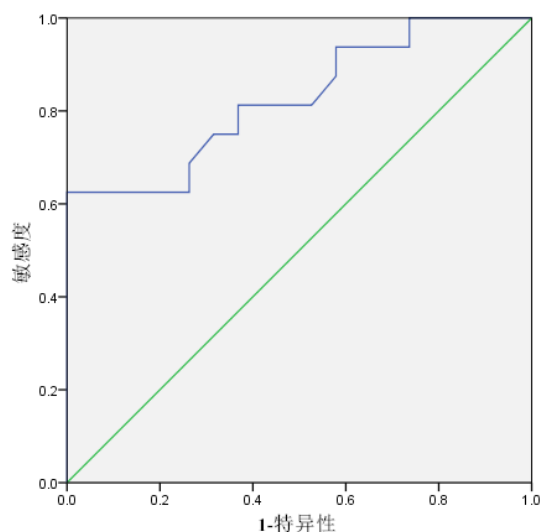
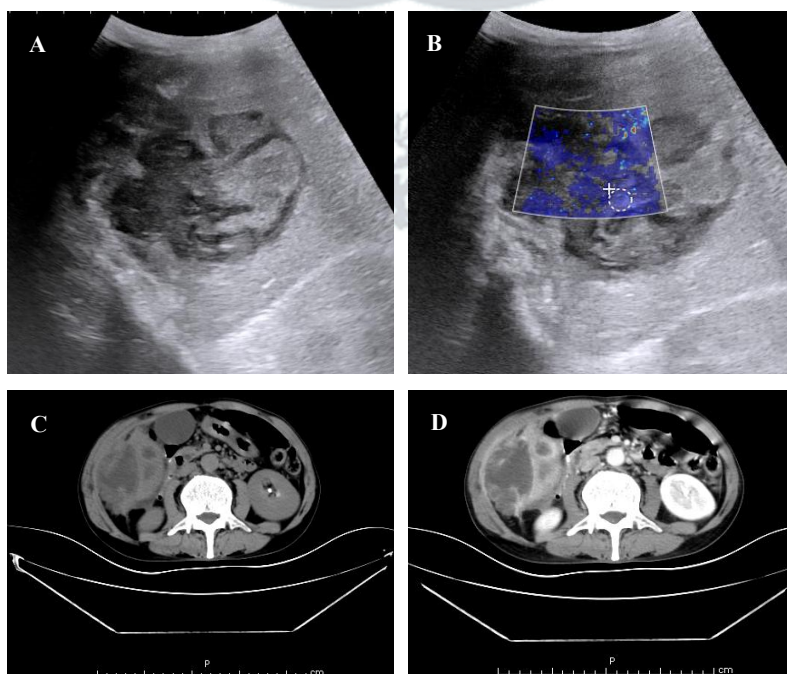


图3 2D-SWE鉴别CE4型和CE5型的ROC曲线



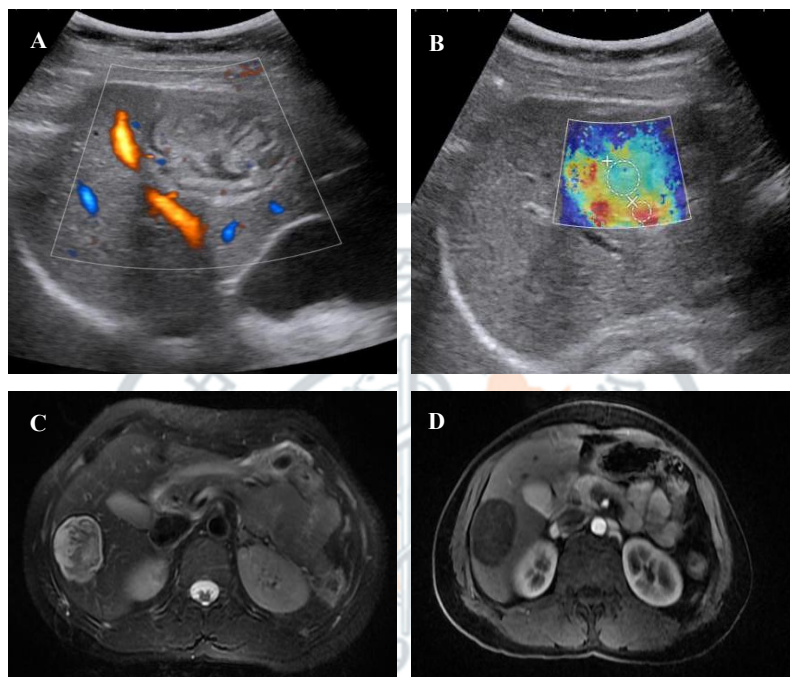
注：A：超声，B：2D-SWE，C：CT，D：增强CT

图4 CE3b型患者CT、超声和2D-SWE图像

4.8 cm × 4.3 cm混杂的高信号影；增强后动脉期病灶未见强化，诊断CE4型，见图5。

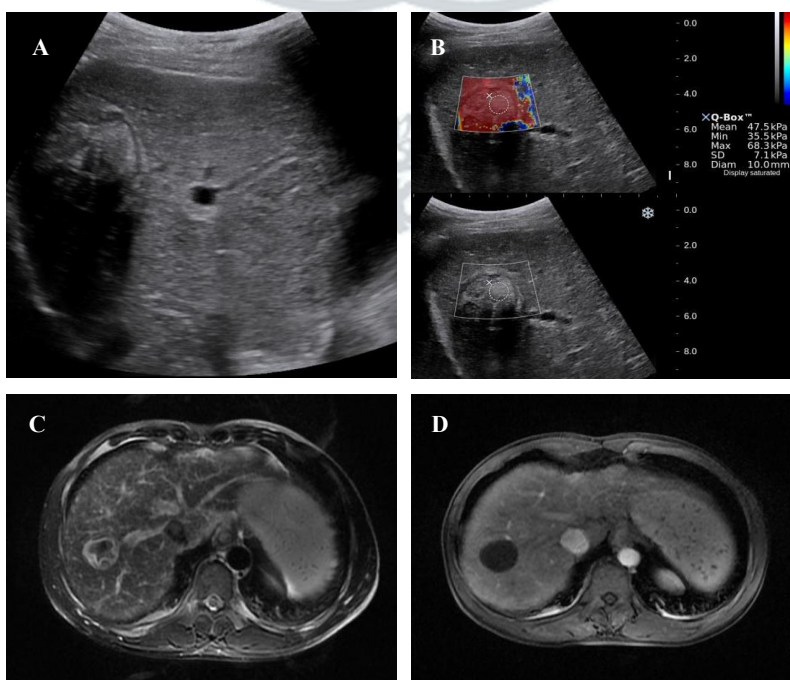
3. CE5型患者：男性、50岁，超声示肝右叶见高回声块影，边界清，内部回声不均匀，后方回声衰减，超声提示肝右叶实性占位伴钙化；2D-SWE

显示病灶内呈红色，测量病灶内硬度值47.5 kPa，测量周边钙化部分硬度值65.9 kPa。MRI示：肝S7、8段交界区见4.0 cm × 3.8 cm类圆形高信号，T2-FS呈环形高信号，诊断CE5型；增强后动脉期未见强化，见图6。



注：A：能量多普勒超声，B：2D-SWE，C：MRI，D：增强MRI

图5 CE4型患者超声、2D-SWE和MRI图像



注：A：超声，B：2D-SWE，C：MRI，D：增强MRI

图6 CE5型患者超声、2D-SWE和MRI图像

从以上CE3型、CE4型和CE5型病灶中可见2D-SWE彩色弹性图分别为淡蓝色、亮蓝+黄色和红色,其病灶内的硬度值分别为2.5 kPa、13.3 kPa和47.5 kPa。

讨 论

包虫病是幼虫棘球蚴寄生于人或动物引起的一种人畜共患寄生虫病,流行范围广,对人体健康和畜牧业的发展危害较大^[25],近年来随着旅游业的发展、人口的流动和犬的急剧增多呈世界分布^[26],我国流行区域最为严重的主要集中在西藏自治区、四川省及青海省交界处,高发地区都是经济欠发达地区,医疗条件有限,尽管WHO将包虫病列为2050年控制或消除的17种疾病之一^[5],但该病隐匿期长、病程复杂、临床表现多样,肝包虫病早期诊断、早期治疗仍然面临着巨大的挑战。

CE治疗最关键的就是对CE患者进行准确的分型,包括手术在内的治疗方案,是根据其分型来决定的^[6]。根据WHO分型,CE3和CE4型分别趋于实变型和实变型,其活性状态分别为活性减低和无活性,准确分型尤为重要,但CE趋于实变型、实变型超声影像学特征不明显,诊断通常取决于超声医师诊断棘球蚴病的工作经验,缺乏定量评价标准,易造成误识别,从而影响后续治疗,随着近年来超声技术不断进步,超微血流成像、融合超声造影、人工智能以及实时SWE在肝脏疾病中的应用不断增多,取得了许多开拓性研究成果^[27],本研究使用2D-SWE技术来检测CE病灶内弹性模量(即硬度)作为量化的指标,结果发现,CE3~CE5各型的硬度值差异有统计学意义,提示2D-SWE能够区分有活性和无活性CE。进一步以CT/MRI结果作为CE分型的标准绘制ROC, AUC为0.941,提示2D-SWE对鉴别CE3和CE4型具有较好诊断效能,当截断值为19.5 kPa时,其鉴别CE3和CE4型的灵敏度为94.7%,特异度为73.3%。

既往有研究表明,超声结合声触诊组织量化(virtual touch tissue quantification, VTQ)在判断肝包虫囊肿退行性变方面具有重要价值^[28],其结果显示,CE4型患者剪切波速度高于CE3型患者组;与本研究结果一致,其钙化患者剪切波速度高于无钙化患者,但没有对实变型和钙化型进行鉴别,本研究通过2D-SWE对CE4和CE5型进行鉴别,其

AUC为0.826,初步验证了该检测方法对鉴别实变型CE、钙化型CE具有良好的诊断效能,诊断灵敏度为62.5%,特异度为89.5%,与VTQ技术相比,2D-SWE技术有二维图像引导,不受检测深度的影响,多点聚焦,检测范围更大,感兴趣区大小可调节,能实时显示弹性模量的平均值等优点^[29]。

此外,2D-SWE技术还能以彩色编码技术实时显示组织的弹性图,显示感兴趣区域内杨氏模量的分布,彩色弹性图由蓝-亮蓝-黄-红色的变化,代表组织硬度逐渐增加^[30]。本研究通过2D-SWE技术实时显示,CE病灶区域内软硬度的分布,蓝色区域提示病灶硬度不高,需要治疗,可引导穿刺针进入该区域进行介入治疗;黄色、红色区域则提示病灶硬度较高,以上可为手术方式和器械的选择提供参考依据。

综上,2D-SWE是一种安全、经济、无创、快速且可视化的影像学方法,可对CE的生物力学特征进行定量评估,对于鉴别CE3、CE4和CE5分型具有较好的诊断价值。本研究的局限性为样本量较小,今后需要扩大样本量,进一步通过2D-SWE技术评估CE治疗前后硬度值的变化。

参 考 文 献

- [1] Habibi B, Gholami S, Bagheri A, et al. Cystic echinococcosis microRNAs as potential noninvasive biomarkers: current insights and upcoming perspective[J]. *Expert Rev Mol Diagn*, 2023, 23(10):885-894.
- [2] 中国医师协会外科医师分会包虫病外科专业委员会. 肝两型包虫病诊断与治疗专家共识(2019版)[J]. *中华消化外科杂志*, 2019, 18(8):711-721.
- [3] Mihmanli M, Idiz UO, Kaya C, et al. Current status of diagnosis and treatment of hepatic echinococcosis[J]. *World J Hepatol*, 2016, 8(28):1169-1181.
- [4] Mcmanus DP, Gray DJ, Zhang WB, et al. Diagnosis, treatment, and management of echinococcosis[J]. *BMJ*, 2012, 344:e3866.
- [5] 鄢靖欣, 邓满军, 樊羿辰, 等. 中国西部地区近20年肝棘球蚴病的贝叶斯单臂Meta分析[J]. *中国病原生物学杂志*, 2022, 17(10):1164-1169.
- [6] Berto CG, Liou P, Coyle CM, et al. Surgical management of cystic echinococcosis of the liver[J]. *Curr Opin Infect Dis*, 2023, 36(5):348-352.
- [7] Stojković M, Weber TF, Junghans T. Clinical management of cystic echinococcosis: state of the art and perspectives[J]. *Curr Opin Infect Dis*, 2018, 31(5):383-392.
- [8] Song L, Zhao L, Deng JQ, 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.
- [9] 王金环, 于国英, 祖红梅, 等. 三维显微定量超声在乙型肝炎肝硬化患者病情评价中的应用[J/CD]. *中华实验和临床感染病杂志(电子版)*, 2019, 13(6):472-477.
- [10] Wang J, Wang Q, Yu G, et al. Correlation between liver stiffness

- measured by shear wave elastography and Child-Pugh classification[J]. *Ultrasound Med*,2018,37(9):2191-2199.
- [11] Caenen A, Bézy S, Pernot M, et al. Ultrasound shear wave elastography in cardiology[J]. *JACC Cardiovasc Imag*,2024,17(3):314-329.
- [12] Hirooka M, Koizumi Y, Nakamura Y, et al. Spleen stiffness in patients with chronic liver disease evaluated by 2-D shear wave elastography with ultrasound multiparametric imaging[J]. *Hepatol Res*,2023,53(2):93-103.
- [13] Yang D, Wang Y, Zhuang B, et al. Nomogram based on high-frequency shear wave elastography (SWE) to evaluate chronic changes after kidney transplantation[J]. *Eur Radiol*,2023,33(2):763-773.
- [14] Tyloch DJ, Tyloch JF, Adamowicz J, et al. Comparison of strain and shear wave elastography in prostate cancer detection[J]. *Ultrasound Med Biol*,2023,49(3):889-900.
- [15] Xu HX, Yan K, Liu BJ, et al. Guidelines and recommendations on the clinical use of shear wave elastography for evaluating thyroid nodule[J]. *Clin Hemorheol Microcirc*,2019,72(1):39-60.
- [16] Wu H, Zhang S, Wang C, et al. Comparing the accuracy between shear wave elastography and strain elastography in the diagnosis of breast tumors: Systematic review and Meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*,2022,101(18):e29139.
- [17] Cai RY, Lin ZH, Xu D, et al. The value of shear wave elastography in diagnosis and assessment of systemic sclerosis[J]. *Rheumatol Adv Pract*,2023,7(3):rkad075.
- [18] Ličen U, Kozinc Ž. Using shear-wave elastography to assess exercise-induced muscle damage: a review[J]. *Sensors (Basel)*,2022,22(19):7574.
- [19] Hu J, Lv Z, Dong Y, et al. Review of shear wave elastography in placental function evaluations[J]. *Matern Fetal Neonatal Med*,2023,36(1):2203792.
- [20] 中华医学会放射学分会传染病学组, 中国医师协会放射医师分会感染影像专业委员会. 肝包虫病影像学诊断专家共识[J]. *中华放射学杂志*,2021,69(1):5-11.
- [21] 中华医学会超声医学分会介入超声学组弹性成像评估肝纤维化专家组. 二维剪切波弹性成像评估慢性乙型肝炎肝纤维化临床应用指南[J]. *中华超声影像学杂志*,2017,26(11):921-927.
- [22] Gharbi HA, Hassine W, Brauner MW, et al. Ultrasound examination of the hydatid liver[J]. *Radiology*,1981,139(2):459-463.
- [23] WHO Informal Working Group. International classification of ultrasound images in cystic echinococcosis for application in clinical and field epidemiological settings[J]. *Acta Trop*,2003,85(2):253-261.
- [24] 刘博姬, 徐辉雄. 剪切波弹性成像在肌肉, 肌腱, 周围神经病变生物力学定量评估中的应用进展[J]. *肿瘤影像学*,2022,31(1):11-15.
- [25] 高伟, 王浩, 马有良, 等. 2018年青海省久治县人群肝棘球蚴病流行现状分析[J]. *中国寄生虫学与寄生虫病杂志*,2019,37(6):681-684.
- [26] Schweiger A, Ammann RW, Caridinas D, et al. Human alveolar echinococcosis after fox population increase, Switzerland[J]. *Emerg Infect Dis*,2007,13(6):878-882.
- [27] 韩红, 陆清, 范培丽, 等. 2023年中国肝病超声临床研究年度进展[J]. *肿瘤影像学*,2024,33(4):442-447.
- [28] 张玉英, 马钦风, 陈鲜霞, 等. 超声结合声触诊组织量化技术在肝包虫囊肿退行性变中的应用研究[J]. *青海医学院学报*,2015,38(4):272-275.
- [29] 朱璐, 杨君茹, 何玲玲, 等. 瞬时弹性成像在肝纤维化诊断中的应用研究进展[J/CD]. *中国肝脏病杂志(电子版)*,2023,15(3):16-22.
- [30] 王金环, 于国英, 徐辉雄, 等. 实时剪切波弹性成像与食道静脉曲张程度的相关性研究[J]. *中华肝脏病杂志*,2015,23(7):502-506.

(收稿日期: 2024-11-19)

(本文编辑: 孙荣华)

袁振明, 郭建英, 庞玉花, 等. 二维实时剪切波弹性成像技术对囊型肝包虫分型的价值研究 [J/CD]. *中华实验和临床感染病杂志(电子版)*, 2025,19(1):44-51.