

剪切波弹性成像及血清学模型评估慢性肝病纤维化

丁世兰, 朱成诚, 肖春华, 李鸿, 李永峰, 丁捷, 杨皖东
昆明医科大学附属甘美医院 昆明市第一人民医院超声科, 云南 昆明 650000

摘要: **目的** 探讨声触诊弹性成像(STE)、声触诊弹性测量(STQ)及天门冬氨酸氨基转移酶与血小板比率指数(APRI)、基于4因子的纤维化指数(fibrosis index based on the four factors, FIB-4指数)对慢性肝病纤维化的诊断效能及与病理的相关性。**方法** 选取2018年8月至2022年2月昆明市第一人民医院收治的符合研究条件的患者80例,行肝脏穿刺活检,穿刺前行STE、STQ检查得出肝硬度值(LSM_{STE}、LSM_{STQ})中位数,收集肝穿刺活检前7d内的血清学指标,计算APRI和FIB-4,与肝脏穿刺活检病理结果对照,以病理结果为“金标准”,绘制F2期、F3期、F4期的LSM_{STE}、LSM_{STQ}和APRI、FIB-4诊断肝纤维化的受试者工作特征曲线(ROC),并计算曲线下面积(AUC)及各期敏感度、特异度,AUC采用DeLong法进行比较。应用Spearman相关系数评估LSM_{STE}、LSM_{STQ}、APRI、FIB-4与病理分期之间的相关性。**结果** LSM_{STE}、LSM_{STQ}、APRI和FIB-4诊断慢性肝病肝纤维化的AUC分别为0.863、0.840、0.693、0.805;AUC比较发现,F2期、F3期、F4期LSM_{STE}、LSM_{STQ}诊断效能相当($P>0.05$);F2期、F4期LSM_{STE}、LSM_{STQ}均优于APRI($P<0.05$),与FIB-4诊断效能相当($P>0.05$);F3期LSM_{STE}、LSM_{STQ}、FIB-4优于APRI($P<0.05$)。LSM_{STE}诊断肝纤维化F2期、F3期、F4期的敏感度分别为80.0%、63.2%、81.3%,特异度分别为80.0%、83.3%、82.8%;LSM_{STQ}诊断肝纤维化F2期、F3期、F4期的敏感度分别为71.7%、76.3%、75.0%,特异度分别为90.0%、69.0%、93.7%。相关性分析结果显示,LSM_{STE}、LSM_{STQ}、FIB-4及APRI与肝纤维化程度分别呈正相关($r=0.630、0.646、0.470、0.293, P<0.05$)。**结论** LSM_{STE}、LSM_{STQ}、APRI及FIB-4均可用于临床评估慢性肝病肝纤维化程度,但剪切波弹性成像LSM_{STE}、LSM_{STQ}诊断效能明显优于血清学诊断模型APRI、FIB-4。

关键词: 声触诊弹性成像; 声触诊弹性测量; 天门冬氨酸氨基转移酶与血小板比率指数; 基于4因子的纤维化指数; 肝纤维化

中图分类号: R575.2 R445.1 文献标识码: B 文章编号: 1674-8182(2023)01-0070-06

Shear wave elastography and serological model in evaluating liver fibrosis of chronic liver disease

DING Shi-lan, ZHU Cheng-cheng, XIAO Chun-hua, LI Hong, LI Yong-feng, DING Jie, YANG Wan-dong

Department of Ultrasound, The First Hospital of Kunming, Kunming, Yunnan 650000, China

Corresponding author: XIAO Chun-hua, E-mail: 2506805713@qq.com

Abstract: Objective To explore the diagnostic efficacy of sound touch elastography (STE), sound touch quantify (STQ), aspartate aminotransferase-to-platelet ratio index (APRI) and fibrosis index based on the four factors (FIB-4 index) in evaluating the degree of liver fibrosis in patients with chronic liver disease and the correlation between them and pathology. **Methods** From August 2018 to February 2022, 80 eligible patients were selected and underwent liver biopsy in the First Hospital of Kunming. LSM_{STE} and LSM_{STQ} were obtained by STE and STQ examination before liver biopsy. Serological indexes were collected within 7 days before liver biopsy for APRI and FIB-4. Taking the pathological diagnosis of liver puncture biopsy as the golden standard, the ROC curves of LSM_{STE}, LSM_{STQ}, APRI and FIB-4 for judging liver fibrosis in F2, F3 and F4 stages were drawn, and the AUC, sensitivity and specificity at each stage were calculated, with AUC being compared using the DeLong method. The associations of LSM_{STE}, LSM_{STQ}, APRI and FIB-4 with pathological stages were evaluated by Spearman's correlation coefficient. **Results** AUCs of LSM_{STE}, LSM_{STQ}, APRI

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2023.01.014

基金项目: 云南省教育厅科学研究基金(2019J1296)

通信作者: 肖春华, E-mail: 2506805713@qq.com

出版日期: 2023-01-20

and FIB-4 in diagnosing liver fibrosis were 0.863, 0.840, 0.693 and 0.805, respectively. The diagnostic performances of LSM_{STE} and LSM_{STQ} were similar for judging liver fibrosis in F2, F3 and F4 stages ($P > 0.05$). The diagnostic performances of LSM_{STE} and LSM_{STQ} were superior to APRI and were comparable to FIB-4 in F2 and F4 stages ($P < 0.05$). In the diagnostic performances for F3 stage, LSM_{STE} , LSM_{STQ} and FIB-4 were significantly better than APRI ($P < 0.05$). In diagnosing F2, F3 and F4 stages of liver fibrosis, the sensitivity of LSM_{STE} were 80.0%, 63.2% and 81.3%, and its specificity were 80.0%, 83.3% and 82.8%, respectively; the sensitivity of LSM_{STQ} were 71.7%, 76.3% and 75.0%, and its specificity were 90.0%, 69.0% and 93.7%, respectively. The correlation analysis showed that LSM_{STE} , LSM_{STQ} , FIB-4 and APRI were positively correlated with the degree of liver fibrosis ($r = 0.630, 0.646, 0.470, 0.293, P < 0.05$).

Conclusion LSM_{STE} , LSM_{STQ} , APRI and FIB-4 can be used to evaluate liver fibrosis degree in chronic liver disease in clinic, but the diagnostic efficacy of LSM_{STE} and LSM_{STQ} is obviously superior to that of APRI and FIB-4.

Keywords: Sound touch elastography; Sound touch quantify; Aspartate aminotransferase-to-platelet ratio index; Fibrosis index based on the four factors; Liver fibrosis

Fund program: Scientific Research Fund of Yunnan Provincial Department of Education(2019J1296)

肝纤维化是机体受各种因素(如病毒、酒精、免疫、药物等)影响,肝脏结缔组织增生修复导致。早期肝纤维化可通过有效的诊治缓解,甚至逆转。但严重的肝纤维化会引起肝硬化,甚至肝癌。因此早期诊断肝纤维化至关重要。目前,肝脏纤维化程度判定的“金标准”是肝脏穿刺活检,但其为有创检查,不能为所有患者接受^[1-2]。因此,无创定量评估肝脏纤维化程度有着重大意义。声触诊弹性成像(sound touch elastography, STE)、声触诊弹性测量(sound touch quantify, STQ)属于剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE),是通过测量肝脏硬度值(liver stiffness measurements, LSM)判断肝脏纤维化程度^[3-5]。而天门冬氨酸氨基转移酶与血小板比率指数(aspartate aminotransferase-to-platelet ratio index, APRI)、基于4因子的纤维化指数(fibrosis index based on the four factors, FIB-4指数)是目前评估肝纤维化较为常用的血清学模型^[6]。本研究旨在探索STE、STQ两种SWE技术及FIB-4、APRI两种血清学模型在肝纤维化中的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集昆明市第一人民医院2018年8月至2022年2月符合研究入选标准的患者80例,男44例,女36例,年龄16~80(47.39±13.48)岁。其中病毒性肝病27例(33.75%),酒精性脂肪性肝病6例(7.50%),非酒精性脂肪性肝病9例(11.25%),药物性肝病7例(8.75%),原发性胆汁性肝病13例(16.25%),自身免疫性肝病12例(15.00%),其他肝病6例(7.50%)。纳入标准:(1)因各种慢性肝病导致的肝纤维化(如病毒性肝炎、非酒精性脂肪性肝病、酒精性肝炎、自身免疫性肝炎、药物性肝损伤

等),临床诊断肝损伤、肝硬化的患者;(2)在本院行肝脏穿刺活检;(3)穿刺前7d内行血清学检查[包括丙氨酸氨基转移酶(ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶(AST)、血小板(PLT)等]。排除标准:(1)肝移植术后或经颈静脉肝内门体静脉分流术(TIPS)术后患者;(2)受体肝脏;(3)合并肝占位性病变影像弹性成像检测者;(4)依从性差,无法积极配合诊治者。本研究经医院医学伦理委员会批准(批件号:YLS2020-149),所有患者均签署同意诊疗知情同意书。

1.2 仪器与方法

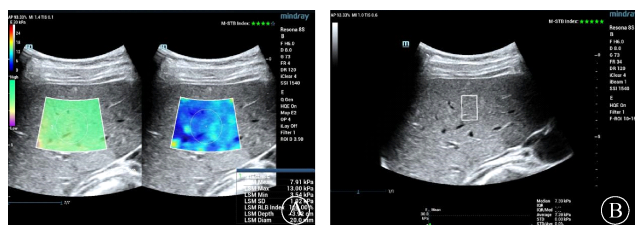
1.2.1 仪器 常规超声检查以及SWE检测均选用迈瑞Resona 8S彩色多普勒超声诊断仪,采用STE和STQ两种方法,分别属于二维剪切波弹性成像技术(2D-SWE)和点式剪切波弹性成像技术(pSWE)。均使用SC5-1凸阵探头(频率范围1~6 MHz)。血清学指标包括肝功能及血常规分析。肝功能检测使用美国西门子全自动生化分析仪,型号ADVIA Chemistry XPT;血常规分析检测采用希森美康株式会社全自动模块式血液体液分析仪,型号XN-10[B4]。

1.2.2 SWE检测 受检者均行肝脏STE、STQ检测。检测方法参照2018年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制定指南^[7]进行。嘱患者空腹2~3 h,平卧位,右手臂高度外展,探头置于右肋间显示肝右叶,尽量避开大血管及胆囊,嘱患者平静呼吸,适当屏气,避免用力吸气。行STE、STQ检测时,将图像适当放大,图像深度至8 cm,取样框上缘置于肝包膜下1~2 cm。检查由两名具有2年以上超声工作经验且经过STE、STQ检查操作规范培训的医生完成。

STE检测:调节取样框大小4 cm×3 cm,检测框

(ROI) 2 cm, 弹性标尺 30 kPa, 应用高质量模式。要求探头与皮肤垂直, 嘱患者屏住呼吸, 启动 STE 弹性成像功能, 取 ROI 内均值为该次检测的结果, 获得弹性图像及弹性模量值, 要求呼吸运动指数 ≥ 4 颗星、可信度指数 $\geq 90\%$, 认为该次检测成功 (如图 1A)。重复检测 5 次, 取肝硬度值 (LSM_{STE}) 中位数。

STQ 检测: 调节取样框大小 1.5 cm \times 1.0 cm, 探头与皮肤垂直, 取与 STE 检测同一肋间的右侧肋间肝实质切面, 嘱患者屏住呼吸, 启动 STQ 弹性成像功能, 要求呼吸运动指数 ≥ 4 颗星, 认为该次检测成功 (如图 1B), 记录 STQ 测值。重复检测 5 次, 取肝硬度值 (LSM_{STQ}) 中位数。



注: A 为 STE 检测成功 (呼吸运动指数 ≥ 4 颗星, 可信度指数 $\geq 90\%$); B 为 STQ 检测成功 (呼吸运动指数 ≥ 4 颗星)。

图 1 STE 和 STQ 检测

Fig. 1 STE and STQ testing

1.2.3 血清学模型 收集患者穿刺活检前 7 d 内的血清学指标检查结果, 包括肝功能及血细胞分析。收集 ALT、AST、PLT 数值, 计算 APRI 和 FIB-4。计算公式如下: $APRI = (AST/AST \text{ 正常值上限} \times 100) / PLT$ (AST 正常上限值: 45 IU/L); $FIB-4 = (年龄 \times AST) / (PLT \times \sqrt{ALT})$ 。

1.2.4 肝脏穿刺活检 行肝脏穿刺患者使用超声引导下经皮肝脏穿刺活检术。穿刺活检针型号为美国巴德活检针 MC1816。所要求标本需包含 ≥ 6 个汇管区, 并由两名临床经验超过 3 年的病理科医生双盲读片进行病理分期。病理分期采用 Metavir 评分系统, 将肝纤维化分为 5 级, 即 F0~F4: F0 期, 未见纤维化; F1 期, 门管区有纤维性扩展, 但没有桥接纤维间隔; F2 期, 门管区有纤维性扩展并偶见桥接纤维间隔; F3 期, 明显的桥接纤维间隔, 尚未形成肝硬化; F4 期, 肝硬化。

1.3 统计学方法 应用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用成组 t 检验。绘制不同肝纤维化病理分期的受试者工作特征曲线 (ROC), 并计算曲线下面积 (AUC) 及其敏感度 Se、特异度 Sp; AUC 采用 Delong 法进行比较。应用

Spearman 相关系数评估 LSM_{STE} 、 LSM_{STQ} 、APRI、FIB-4 与病理分期之间的相关性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

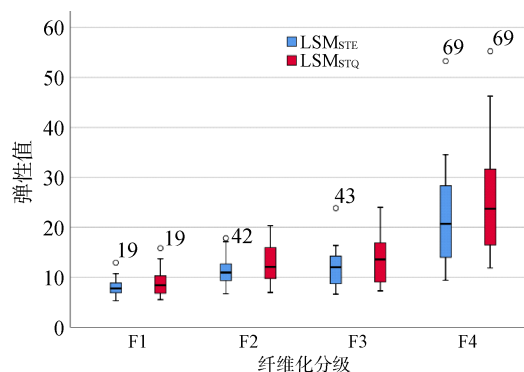
2.1 不同肝纤维化分期患者 LSM_{STE} 、 LSM_{STQ} 比较

以肝脏穿刺活检病理结果为“金标准”, 80 例患者中, 诊断肝纤维化为 F1 期 20 例 (25.0%), F2 期 22 例 (27.5%), F3 期 22 例 (27.5%), F4 期 16 例 (20.0%)。STE、STQ 两种方法的弹性值比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1、图 2。

表 1 不同肝纤维化分期患者 LSM_{STE} 、 LSM_{STQ} 比较 (kPa, $\bar{x} \pm s$)

Tab. 1 Comparison of LSM_{STE} and LSM_{STQ} in patients with different stages of liver fibrosis (kPa, $\bar{x} \pm s$)

不同方法的 LSM	F1 期 (n=20)	F2 期 (n=22)	F3 期 (n=22)	F4 期 (n=16)
LSM_{STE}	8.02 \pm 1.80	11.20 \pm 3.28	11.93 \pm 3.90	22.62 \pm 11.53
LSM_{STQ}	8.99 \pm 2.58	12.45 \pm 3.69	13.49 \pm 4.86	25.81 \pm 12.49
t 值	1.373	1.186	1.176	0.750
P 值	0.178	0.242	0.156	0.459



注: 箱型代表四分位间距, 粗线代表中位数, 细线代表全距, \circ 代表极端值, 纵轴代表肝硬度值 LSM。

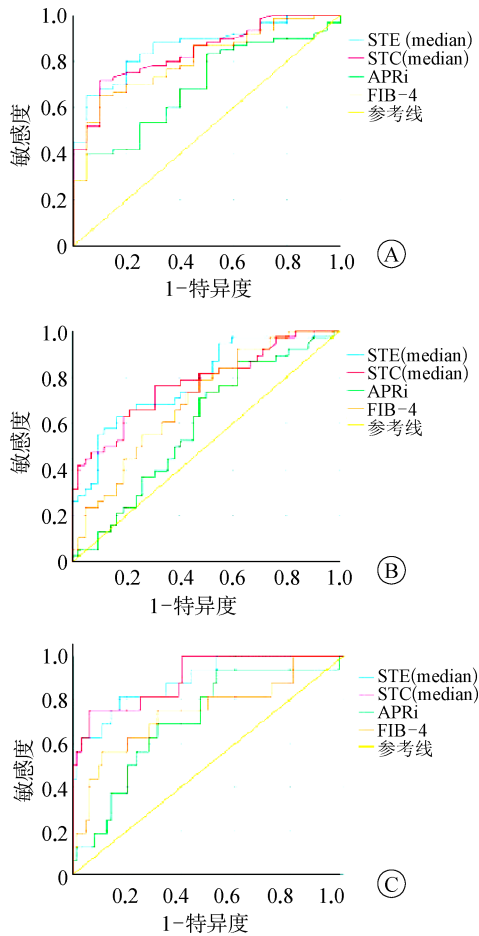
图 2 不同肝纤维化分期的 LSM_{STE} 和 LSM_{STQ} 诊断箱形图

Fig. 2 Boxplots of LSM_{STE} and LSM_{STQ} diagnosis in different stages of liver fibrosis

2.2 SWE 技术及血清学模型对不同肝纤维化分期的诊断效能 LSM_{STE} 、 LSM_{STQ} 诊断肝纤维化的 AUC 高于 FIB-4、APRI (图 3、表 2)。AUC 比较显示, 在 F2 期、F3 期、F4 期 LSM_{STE} 、 LSM_{STQ} 诊断效能相当 (F2 期 $Z = 0.75$, F3 期 $Z = 0.368$, F4 期 $Z = 0.312$, $P > 0.05$); 在 F2 期、F4 期 LSM_{STE} 、 LSM_{STQ} 均优于 APRI (F2 期 $Z = 2.701$ 、 2.172 , F4 期 $Z = 2.330$ 、 2.570 , $P < 0.05$), 与 FIB-4 诊断效能相当 (F2 期 $Z = 1.216$ 、 0.614 , F4 期 $Z = 1.714$ 、 1.895 , $P > 0.05$); 在 F3 期 LSM_{STE} 、 LSM_{STQ} 明显优于 APRI ($Z = 3.035$ 、 2.730 , $P < 0.01$), FIB-4 优于 APRI ($Z = 2.257$, $P < 0.05$)。

表 2 两种 SWE 技术及血清学指标诊断不同肝纤维化分期的效能比较
Tab. 2 Comparison of the efficacy of two SWE techniques and serological models in diagnosing different stages of liver fibrosis

指标	F2 期				F3 期				F4 期			
	cuf-off	AUC	Se	Sp	cuf-off	AUC	Se	Sp	cuf-off	AUC	Se	Sp
LSM _{STE}	9.185	0.863	0.800	0.800	12.350	0.784	0.632	0.833	13.635	0.888	0.813	0.828
LSM _{STQ}	10.905	0.840	0.717	0.900	11.795	0.775	0.763	0.690	18.515	0.898	0.750	0.937
APRI	1.547	0.693	0.400	0.950	1.286	0.592	0.868	0.381	3.292	0.706	0.938	0.469
FIB-4	0.900	0.805	0.650	0.900	0.320	0.699	0.789	0.524	0.432	0.743	0.563	0.891



注:A、B、C 分别为 F2 期、F3 期和 F4 期。

图 3 不同肝纤维化分期的 ROC 曲线
Fig. 3 ROC curves of different stages of liver fibrosis

2.3 相关性分析 相关性分析结果显示, LSM_{STE}、LSM_{STQ}、FIB-4 及 APRI 与肝纤维化程度分别呈正相关($r=0.630、0.646、0.470、0.293, P<0.05$)。见表 3。

表 3 两种 SWE 技术及血清学模型与肝纤维化程度的相关性
Tab. 3 Correlation of two SWE techniques and serological models with liver fibrosis

指标	r 值	P 值
LSM _{STE}	0.630	<0.001
LSM _{STQ}	0.646	<0.001
APRI	0.293	0.008
FIB-4	0.470	<0.001

3 讨论

肝纤维化是由于各种慢性因素导致肝脏产生炎症、结缔组织增生、组织修复的一种病理反应。是一种渐进性、且部分可逆的疾病。随着肝脏纤维化程度的进展,会导致肝衰竭、肝硬化,甚至肝癌等。因此,早期评估肝脏纤维化程度,早期有效的临床干预有着至关重要的意义。目前,评估肝纤维化的“金标准”为肝脏穿刺活检,但其为有创检查,且术后还会发生一些严重的并发症,不能被部分无症状或轻症患者所接受^[8]。并且肝脏穿刺活检标本局限,且肝脏纤维化程度并非均匀一致,存在抽样误差^[9]。因此,目前需要一种无创、评估准确的方法评估肝纤维化。

SWE 是利用超声仪探头发射剪切波至肝脏内,获得图像的同时可得到肝脏的硬度值,是目前应用最为广泛的技术之一。国内外研究已充分肯定了 SWE 技术在评估肝纤维化中的价值^[7,10-13]。SWE 可分为 2D-SWE 和 p SWE 两种。本研究采用我国厂商自主研发的 SWE 技术 STE 和 STQ,分属于 2D-SWE 和 pSWE,并且它将两种不同的 SWE 技术运用于同一平台^[14]。目前研究表明,我国厂商自主研发的 STE、STQ 技术成像速度更快,穿透性更好,且两种技术在肝脏的检测成功率可达 99.2%、97.5%,且重复性很好^[15]。

除了超声运用 SWE 评估肝纤维化外,血清学检查也建立了一些模型来评估肝纤维化程度。目前,APRI、FIB-4 是常见的肝纤维化血清学评估模型。有研究证明,APRI、FIB-4 在评估各种原因所致的肝纤维程度也有着良好的价值^[16]。

本研究采用两种 SWE 技术(STE、STQ)和两种血清学模型(FIB-4、APRI)评估肝纤维化程度,并与病理分期进行对比发现,LSM_{STE}、LSM_{STQ} 诊断肝纤维化的诊断效能高于 FIB-4、APRI,LSM_{STE}、LSM_{STQ} 各期的 AVC 均高于 FIB-4、APRI,表明 SWE 技术在评估肝纤维化程度上优于 FIB-4、APRI,与国内外相关研究结果相似^[17-18]。有研究表明,APRI 和 FIB-4 对肝纤维

化分期的准确率偏低,本研究结果与既往研究结果一致^[18]。

本研究中,LSM_{STE}评估F2期、F4期的特异度均高于80%,与刘博儒等^[19]研究报道相一致。LSM_{STQ}诊断F2期、F3期、F4期的敏感度均高于70%。对比既往研究及指南标准发现,F2期、F4期的诊断阈值为7.1~7.6 kPa、10.1~11.7 kPa,低于本研究阈值,考虑由于本研究并未将病因分类研究,且不同技术、不同设备阈值也有所不同^[7,12,19-21]。根据既往研究发现,年龄也是影响肝脏硬度的因素之一,随着年龄的增长,肝脏硬度随之增加。本研究对象年龄跨度较大(16~80岁)也可能是影响肝脏硬度的因素^[22]。研究发现,肝脏炎症指标(主要根据ALT水平评估)是影响肝脏弹性值的一个重要因素^[23-24]。Zeng等^[25]发现,ALT超过正常值5倍以上,肝脏硬度值会随之增高。因此,需要对炎症程度进行分层分析。血清学模型中,APRI、FIB-4不能兼顾敏感度和特异度,准确度较SWE评估肝纤维化低^[18-19]。本研究结果表明,LSM_{STE}、LSM_{STQ}及FIB-4、APRI分别与肝纤维化病理分期呈正相关,相关系数 r 分别为0.630、0.646、0.293、0.470,LSM_{STE}、LSM_{STQ}与病理分期相关性更高。因此,可以证明LSM_{STE}、LSM_{STQ}在评估肝纤维化程度上有很高的价值。

综上所述,SWE可以准确判断肝纤维化分期,且准确性高于血清学模型(FIB-4、APRI)。STE、STQ两种技术运用于同一平台,在满足患者常规超声检查的同时,对于可疑肝纤维化者可以采用两种SWE技术评估肝脏情况,为患者提供“一站式”检查。本研究还存在许多不足:(1)病例数较少,可能存在抽样误差;(2)研究对象病因种类较多,未进行单病种分析;(3)有研究证明,炎症、脂肪变、血清学指标(如ALT、AST、GGT等)等均会影响弹性值,本研究并未将上述因素分类分析。

利益冲突 无

参考文献

- [1] Hadeifi A, Degré D, Trépo E, et al. Noninvasive diagnosis in alcohol-related liver disease[J]. Health Sci Rep, 2020, 3(1): e146.
- [2] Khalifa A, Rockey DC. The utility of liver biopsy in 2020[J]. Curr Opin Gastroenterol, 2020, 36(3): 184-191.
- [3] 卞锦花,周琦,姜珏,等.实时二维定量剪切波弹性成像对肝纤维化程度的评估价值研究[J].河北医学,2019,25(2):186-189. Bian JH, Zhou Q, Jiang J, et al. Evaluation of liver fibrosis by real-time two-dimensional quantitative shear wave elastography (E-imaging)[J]. Hebei Med, 2019, 25(2): 186-189.
- [4] Tao L, Wu L, Zhang W, et al. Peroxisome proliferator-activated receptor γ inhibits hepatic stellate cell activation regulated by miR-942 in chronic hepatitis B liver fibrosis [J]. Life Sci, 2020, 253: 117572.
- [5] 李沁园,董常峰,姜伟.超声弹性成像对肝纤维化的诊断及应用[J].新发传染病电子杂志,2020,5(3):207-211. Li QY, Dong CF, Jiang W. Application of ultrasound elastography in the diagnosis of liver fibrosis[J]. Electron J Emerg Infect Dis, 2020, 5(3): 207-211.
- [6] 任桂晶,韩琳,秦少游,等.空腹C肽联合FIB-4指数对2型糖尿病合并非酒精性脂肪性肝病肝纤维化进展的评估价值[J].临床肝胆病杂志,2018,34(12):2582-2586. Ren GJ, Han L, Qin SY, et al. Clinical significance of fasting C-peptide combined with fibrosis-4 index in assessing the progression of liver fibrosis in type 2 diabetic patients with nonalcoholic fatty liver disease[J]. J Clin Hepatol, 2018, 34(12): 2582-2586.
- [7] 梁萍,郑荣琴.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].临床肝胆病杂志,2018,34(2):255-261. Liang P, Zheng RQ. Guidelines for clinical application of two-dimensional shear wave elastography in assessment of liver fibrosis in chronic hepatitis B[J]. J Clin Hepatol, 2018, 34(2): 255-261.
- [8] 何自倩,周明姣,李永忠.实时剪切波弹性成像在诊断乙肝病毒肝纤维化患者中的价值[J].分子影像学杂志,2021,44(1):122-126. He ZQ, Zhou MJ, Li YZ. Value of SWE in the diagnosis of HBV liver fibrosis and its influencing factors[J]. J Mol Imaging, 2021, 44(1): 122-126.
- [9] Wu L, Shen Y, Li F. Non-invasive diagnosis of liver fibrosis: a review of current imaging modalities [J]. Gastroenterol Hepatol, 2020, 43(4): 211-221.
- [10] Chimoriya R, Piya MK, Simmons D, et al. The use of two-dimensional shear wave elastography in people with obesity for the assessment of liver fibrosis in non-alcoholic fatty liver disease[J]. J Clin Med, 2020, 10(1): 95.
- [11] Dietrich CF, Bamber J, Berzigotti A, et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of liver ultrasound elastography, update 2017 (long version) [J]. Ultraschall Med, 2017, 38(4): e48.
- [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 Ultrasound Diagnosis. Guideline for ultrasonic diagnosis of liver diseases [J]. Chin J Hepatol, 2021, 29(5): 385-402.
- [13] 付甜甜,丁红.《肝脏超声弹性成像:2018年世界超声医学和生物学联合会指南更新》摘译[J].临床肝胆病杂志,2019,35(1):59-63. Fu TT, Ding H. An excerpt of WFSUMB guidelines and recommen-

- dations on the clinical use of liver ultrasound elastography, update 2018(short version)[J]. J Clin Hepatol, 2019, 35(1): 59-63.
- [14] Ferraioli G, Wong VWS, Castera L, et al. Liver ultrasound elastography: an update to the world federation for ultrasound in medicine and biology guidelines and recommendations[J]. Ultrasound Med Biol, 2018, 44(12): 2419-2440.
- [15] 郑剑,吴曼丽,张敏,等.声触诊弹性成像和声触诊弹性测量检测肝脾硬度重复性研究[J].中华肝脏外科手术学电子杂志,2019, 8(4):366-369.
- Zheng J, Wu ML, Zhang M, et al. Repeatability of sound touch elastography and sound touch quantification in measuring liver and spleen stiffness[J]. Chin J Hepatic Surg Electron Ed, 2019, 8(4): 366-369.
- [16] 王海生,卢朝辉.GP73、APRI、FIB-4 在慢性 HBV 感染肝纤维化中的诊断价值[J].热带医学杂志,2018, 18(10): 1299-1303,1402.
- Wang HS, Lu ZH. Diagnostic value of GP73, APRI and FIB-4 in chronic HBV infection with hepatic fibrosis[J]. J Trop Med, 2018, 18(10): 1299-1303, 1402.
- [17] 李洁,杨晓青,齐素艳,等.实时二维定量剪切波弹性成像、APRI、FIB-4 对慢性乙型肝炎肝纤维化的诊断价值[J].河北医药,2020,42(22):3374-3378.
- Li J, Yang XQ, Qi SY, et al. The application value of real-time two-dimensional shear wave elastography, APRI, APRI and FIB-4 in diagnosis of liver fibrosis in patients with chronic hepatitis B[J]. Hebei Med J, 2020, 42(22): 3374-3378.
- [18] Udombap P, Sukonrut K, Suvannarerg V, et al. Prospective comparison of transient elastography, point shear wave elastography, APRI and FIB-4 for staging liver fibrosis in chronic viral hepatitis [J]. J Viral Hepat, 2020, 27(4): 437-448.
- [19] 刘博儒,董雪,黄丽萍.剪切波弹性成像评估慢性乙型肝炎肝纤维化的价值及影响因素[J].临床肝胆病杂志,2018,34(11): 2329-2333.
- Liu BR, Dong X, Huang LP. Diagnostic efficacy of shear wave elastography in evaluating chronic hepatitis B liver fibrosis and related influencing factors [J]. J Clin Hepatol, 2018, 34(11): 2329-2333.
- [20] 叶细容,吕志红,江峰,等.两种超声弹性成像技术诊断慢性乙型肝炎患者肝纤维化价值比较[J].实用肝脏病杂志,2020, 23(1):18-21.
- Ye XR, Lyu ZH, Jiang F, et al. Clinical value of transient elastography and two-dimensional shear wave elastography in the diagnosis of liver fibrosis in patients with chronic hepatitis B [J]. J Pract Hepatol, 2020, 23(1): 18-21.
- [21] 崔艾琳,王佳冰,徐莉力,等.二维剪切波弹性成像与瞬时弹性成像对慢性乙型肝炎患者肝纤维化诊断效能的探讨[J].临床超声医学杂志,2018,20(12):819-822.
- Cui AL, Wang JB, Xu LL, et al. The effect of two-dimensional shear wave elastography and transient elastography in diagnosis of liver fibrosis in patients with chronic hepatitis B [J]. J Clin Ultrasound Med, 2018, 20(12): 819-822.
- [22] 韩秀梅,张震,王学梅,等.剪切波弹性成像技术测量肝脏弹性的影响因素分析[J].中华医学超声杂志(电子版),2014,11(12): 964-968.
- Han XM, Zhang Z, Wang XM, et al. Analysis of influence factors on hepatic elasticity measurement with shear wave elastography [J]. Chin J Med Ultrasound Electron Ed, 2014, 11(12): 964-968.
- [23] Herrmann E, de Lédinghen V, Cassinotto C, et al. Assessment of biopsy-proven liver fibrosis by two-dimensional shear wave elastography: an individual patient data-based meta-analysis [J]. Hepatology, 2018, 67(1): 260-272.
- [24] Zhuang Y, Ding H, Zhang Y, et al. Two-dimensional shear-wave elastography performance in the noninvasive evaluation of liver fibrosis in patients with chronic hepatitis B: comparison with serum fibrosis indexes [J]. Radiology, 2017, 283(3): 873-882.
- [25] Zeng J, Huang ZP, Jin JY, et al. Diagnostic accuracy of 2-D shear wave elastography for the non-invasive staging of liver fibrosis in patients with elevated alanine aminotransferase levels [J]. Ultrasound Med Biol, 2018, 44(1): 85-93.

收稿日期:2022-04-18 修回日期:2022-06-26 编辑:王宇