

实时剪切波弹性成像对非酒精性脂肪性 肝炎患者疗效的预测价值*

安春音¹ 刘学彬² 张秋秋¹ 陈思佳² 胡露丽³

(1. 川北医学院, 四川 南充 637000; 2. 南充市中心医院超声科, 四川 南充 637000;

3. 南充市中心医院消化内科, 四川 南充 637000)

【摘要】 目的 探讨实时剪切波弹性成像(SWE)对于非酒精性脂肪性肝炎(NASH)患者治疗效果的预测价值研究。方法 选取2020年1月~2021年1月在南充市中心医院确诊且有完整临床资料的NASH患者60例,应用SWE技术,采集治疗前后患者肝右叶及右肾实质的弹性模量平均值(E-Mean),收集患者生化、凝血等血清学指标,计算FIB-4指数,观察终点为6个月,根据治疗效果分为有效组和无效组。比较治疗前有效组和无效组间的肝E-Mean、肝肾E-Mean比值及FIB-4指数差异,分析治疗前后组内及组间的肝E-Mean、肝肾E-Mean比值及FIB-4指数的变化情况,并用ROC曲线评价肝E-Mean及肝肾E-Mean比值评估NASH患者预后的效能。结果 治疗前有效组的肝E-Mean、肝肾E-Mean比值及FIB-4指数均低于无效组($P < 0.05$);治疗后有效组的肝E-Mean、肝肾E-Mean比值、FIB-4指数以及无效组的FIB-4指数均较治疗前降低($P < 0.05$),而无效组的肝E-Mean及肝肾E-Mean比值较治疗前反而有升高的趋势($P < 0.05$)。ROC结果显示,肝E-Mean评估NASH预后的AUC为0.763,灵敏度为67%,特异度为87%,截断值为9.93kPa。肝肾E-Mean比值评估NASH预后的AUC为0.828,灵敏度为78%,特异度为91%,截断值为1.89。结论 SWE技术可以动态监测NASH患者的治疗过程,提供的量化指标有预测NSAH患者治疗效果的潜能。

【关键词】 实时剪切波弹性成像;杨氏模量;非酒精性脂肪性肝炎;脂肪肝

【中图分类号】 R575.5 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2022. 08. 028

Clinical value of real-time shear-wave elastography in predicting the treatment effect of patients with nonalcoholic steatohepatitis

AN Chunyin¹, LIU Xuebin², ZHANG Qiuqiu¹, CHEN Sijia², HU Luli³

(1. North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan, China;

2. Department of Ultrasound, Nanchong Central Hospital, Nanchong 637000, Sichuan, China;

3. Department of Gastroenterology, Nanchong Central Hospital, Nanchong 637000, Sichuan, China)

【Abstract】 **Objective** To investigate the predictive value of real-time shear-wave elastography (SWE) in the treatment effect of patients with non-alcoholic steatohepatitis (NASH). **Methods** A total of 60 NASH patients with complete clinical data were selected. Before and after treatment, SWE technology was used to collect the mean values of Elasticity modulus (E-Mean) of the right lobe of liver and right kidney parenchyma. At the same time, Serological indexes such as biochemical and blood coagulation were collected and FIB-4 index was calculated. The end point of observation was 6 months, and the patients were divided into effective group and ineffective group according to the treatment effect. The differences of liver E-mean, liver and kidney E-mean ratio and FIB-4 index between the effective group and the ineffective group before treatment were compared, and the changes of them within and between the groups before and after treatment were analyzed. The ROC curve was used to evaluate the efficacy of liver E-mean and liver-kidney E-mean ratio in evaluating the prognosis of NASH patients. **Results** Before treatment, the liver E-Mean, liver-kidney E-mean ratio and FIB-4 index of effective group were lower than those of ineffective group ($P < 0.05$). After treatment, the liver E-mean,

基金项目:四川省南充市市校合作科研专项(19SXHZ0237)

通信作者:刘学彬,主任医师,E-mail:540677374@qq.com

引用本文:安春音,刘学彬,张秋秋,等.实时剪切波弹性成像对非酒精性脂肪性肝炎患者疗效的预测价值[J].西部医学,2022,34(8):1235-

1239. DOI:10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2022. 08. 028

liver-kidney E-mean ratio, FIB-4 index in the effective group and the FIB-4 index in ineffective group were decreased compared with before treatment ($P < 0.05$), while the liver E-mean and liver-kidney E-mean ratio in the ineffective group had a tendency to increase compared with before treatment ($P < 0.05$). ROC results showed that the AUC, sensitivity, specificity and cutoff value of liver E-mean for NASH prognosis evaluation were 0.763, 67%, 87% and 9.93kPa, respectively. These parameters of liver-kidney E-mean ratio for NASH prognosis evaluation were 0.828, 78%, 91% and 1.89 respectively. **Conclusions** SWE can dynamically monitor the course of treatment in patients with NASH, and its quantitative indicators have the potential to predict treatment effect in patients with NSAH.

【Key words】 Real-time shear-wave elastography; Young's modulus; Nonalcoholic steatohepatitis; Fatty liver

非酒精性脂肪性肝病(Non-alcoholic fatty liver disease, NAFLD)是一种以肝细胞脂肪变性为主要病理特征,与胰岛素抵抗、高脂血症等代谢紊乱相关的临床综合征^[1],非酒精性脂肪性肝炎(Non-alcoholic steatohepatitis, NASH)是疾病的进展形式,已经存在炎症和肝细胞受损,若治疗不及时,极易发展成肝硬化,并且会增加患肝癌的风险^[2],所以 NASH 的早诊断、早治疗对于防止 NASH 进展和改善预后非常重要。实时剪切波弹性成像(Real-time shear wave elastography)技术是一项可以定量检测软组织硬度的新技术,操作简单,可重复性高。在已报道的肝弥漫性疾病的研究中,多是将 SWE 技术应用在肝纤维化的诊断中^[3-5],而相对在 NASH 的治疗效果评估方面的报道较少见,本研究旨在探讨 SWE 技术对 NASH 患者的预后评估,以及动态监测其治疗效果的可行性及价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2020 年 1 月~2021 年 1 月在南充市中心医院确诊且具有完整临床资料的 60 名 NASH 患者作为研究对象。纳入标准:①符合《非酒精性脂肪性肝病防治指南(2018 年)》^[6]中的 NASH 诊断标准。②天冬氨酸转氨酶(AST)>正常值上限的 2 倍。排除标准:①伴饮酒史者(男性≥140g/周,女性≥70g/周)。②长期服用致肝损伤药物者。③合并其他脏器严重疾病者。④妊娠哺乳期妇女。被纳入患者均于我院消化内科就诊,并进行规范化内科治疗^[7]:①饮食指导:低热量饮食、限制脂类摄入,限制饮酒。②中等量有氧运动。③药物治疗^[8]:根据每个患者具体情况,决定其是否服药以及服用哪种药物(如:噻唑烷二酮类药物、他汀类药物、维生素 E 等)。观察终点为 6 个月,6 个月后再次行 SWE 检查。根据临床结局分为有效组和无效组,将其中肝功能指标下降>30%的患者纳入有效组,肝功能指标下降未达 30%的患者纳入无效组。

1.2 仪器与方法 采用 PHILIPS EPIQ7 彩色多普勒超声诊断仪, C5-1 超声探头, 频率 10~15Hz, 患者取平卧位, 右手高举放于头顶, 充分暴露腹部, 先行二维超声检查, 然后切换至 SWE 模式, 将取样框置于肝

右叶包膜下 1~2 cm 的肝实质内, 避开血管、胆囊等结构, 勿加压探头, 嘱患者屏气 3~5 s, 待取样框填充良好后冻结图像, 选取直径为 1 cm 的圆形感兴趣区域(ROI), 启动定量分析系统 Q-BOX, 测量 ROI 内肝脏的弹性模量平均值 E-Mean, 见图 1。连续测量 5 次取中位数作为检测结果。以上述相同方法, 于右肾实质选取直径 5 mm 的 ROI 测量肾实质 E-Mean, 见图 2。计算每位受检者肝脏 E-Mean 与肾脏 E-Mean 的比值。为减少测量误差, 所有患者、每次检查均由同一医师于同一台仪器, 按照标准流程完成。收集纳入患者的谷丙转氨酶(Alanine aminotransferase, ALT)、谷草转氨酶(Aspartate aminotransferase AST)、血小板(platelets, PLT), 计算无创肝纤维化模型 FIB-4 (fibrosis index based on the 4 factors)。模型计算公式: FIB-4 指数 = 年龄(岁) × AST (U/L) / [PLT (× 10⁹/L) × ALT (U/L)^{1/2}]。

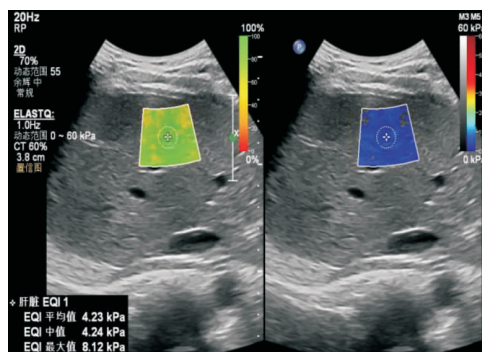


图 1 肝脏 E-Mean 测量

Figure 1 Liver Emean measurement

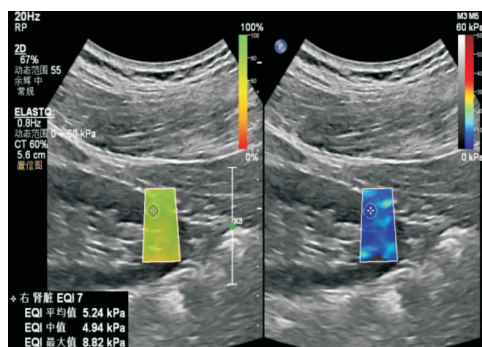


图 2 肾脏 E-Mean 测量

Figure 2 Kidney Emean measurement

1.3 统计学分析 采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析,对计量资料进行正态性检验和方差齐性检验,各资料均满足正态分布且两组间方差齐,计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间比较采用 t 检验,治疗前后的数据比较采用配对 t 检验,受试者工作特征曲线(Receiver operating characteristics, ROC)评估肝脏杨氏模量值与肝肾杨氏模量比值预测 NASH 患者预后的效能,曲线下面积(AUC) ≥ 0.700 提示诊断价值较高,预测的临界值根据最大约登指数来确定。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 有效组与无效组基线资料比较 纳入的 60 名 NASH 患者中,男性 38 例,女性 22 例,年龄 (54.3 ± 5.6) 岁。所有患者入组时的 SWE 测值,实验室指标和 FIB-4,见表 1。有效组患者的肝 E-Mean、肝肾 E-Mean 比值及 FIB-4 指数均低于无效组患者,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。

表 1 有效组与无效组各项指标的基线资料比较 $(\bar{x} \pm s)$

Table 1 Baseline data of the patients in the effective and invalid group

项目	有效组 (n=43)	无效组 (n=17)	t	P
AST(U/L)	82.80±15.40	100.50±14.50	-10.1	<0.001
ALT(U/L)	89.40±16.90	104.70±6.70	-6.0	<0.001
PLT($\times 10^9/L$)	216.00±20.40	193.30±17.20	3.46	0.004
BMI(kg/m ²)	26.70±2.50	27.10±2.40	1.31	0.622
FIB-4 评分(分)	2.20±0.38	2.80±0.47	-3.5	0.005
肝 E-Mean(kPa)	8.79±0.94	10.40±1.91	-3.56	0.001
肝肾 E-Mean 比值(kPa)	1.59±0.24	1.81±0.30	-2.9	0.007

2.2 肝 E-Mean 和肝肾 E-Mean 比值预测 NASH 患者预后的 ROC 分析 采用患者首次检查时各项指标的测值比较有效组与无效组间的差异,构建各指标预测 NASH 患者预后的 ROC 曲线,计算肝 E-Mean,肝肾 E-Mean 比值的曲线下面积(AUC)分别为 0.76, 0.82。取最大约登指数对应的值作为各项指标的截断值,确定其灵敏度和特异度,见图 3、表 2。

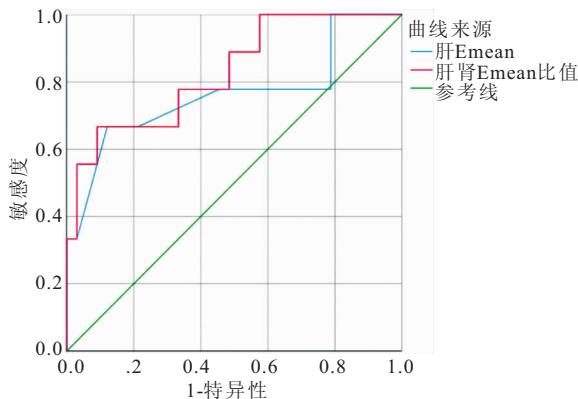


图 3 肝 E-Mean 和肝肾 E-Mean 比值预测 NASH 患者预后的 ROC 曲线

Figure 3 ROC curve of liver E-mean and liver-kidney E-mean ratio predicting the prognosis of NASH patients

表 2 肝 E-Mean 和肝肾 E-Mean 比值预测 NASH 患者预后的效能
Table 2 Efficiency of liver E-mean and liver-kidney E-mean ratio in predicting the prognosis of NASH patients

指标	Cut off 值	AUC	灵敏度	特异度	95%CI
肝 E-Mean	9.93	0.763	0.67	0.87	0.55~0.98
肝肾 E-Mean 比值	1.89	0.828	0.78	0.91	0.67~0.99

2.3 治疗前后肝 E-Mean 和肝肾 E-Mean 比值的变化情况 60 例 NASH 患者经过 6 个月的个性化治疗后,有效 43 例,无效 17 例,与治疗前比较,治疗后有效组的肝 E-Mean、肝肾 E-Mean 比值、FIB-4 指数以及无效组的 FIB-4 指数均降低,差异有统计学意义($P < 0.05$),而无效组的肝 E-Mean 及肝肾 E-Mean 比值反而较治疗前升高,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 3。同一患者治疗前后肝脏弹性模量值测量图,见图 4。

表 3 治疗前后肝 E-Mean、肝肾 E-Mean 比值及 FIB-4 指数的变化情况 $(\bar{x} \pm s)$

Table 3 The liver E-mean, liver-kidney E-mean ratio and FIB-4 before and after treatment

指标	有效组(n=43)		
	治疗前	治疗后	P
肝 E-Mean	8.79±0.94	6.98±1.93	0.025
肝肾 E-Mean 比值	1.59±0.24	1.19±0.58	0.01
FIB-4 指数	2.20±0.38	1.25±0.33	0.001
指标	无效组(n=17)		
	治疗前	治疗后	P
肝 E-Mean	10.40±1.91	11.50±2.02	0.017
肝肾 E-Mean 比值	1.81±0.30	1.94±0.89	0.035
FIB-4 指数	2.80±0.47	2.30±0.39	0.001

3 讨论

NASH 是目前世界范围内隐源性肝硬化和隐源性肝细胞癌最常见的原因^[9-11]。非酒精性脂肪性肝病防治指南(2018 年更新版)^[6]中明确指出,NASH 阶段发展成肝硬化的几率较 NAFLD 早期成倍增长。NASH 是疾病的进展阶段,在 NAFLD 的基础上已经出现了炎症和肝细胞损害,及时治疗尚可逆转病情,对预防发生肝硬化很有意义。但 NASH 的发病机制很复杂,各国肝病防治指南^[6,8,12]对保肝药物的使用适应证说法各异,至今尚无公认的保肝药物可被推荐用作 NASH 的常规治疗,且患者合并的基础疾病也不一样。因此,NASH 的治疗方案因人而异,总体方案都是控制饮食(高蛋白、低脂、高维生素饮食),增加运动量,控制自身体重和腰围,合并基础疾病者需要个体化用药(他汀类药物,维生素 E、噻唑烷二酮类药物等)。因为 NASH 患者的治疗方案尚无统一标准参考,所以对其治疗效果进行动态监测和评估就极为重

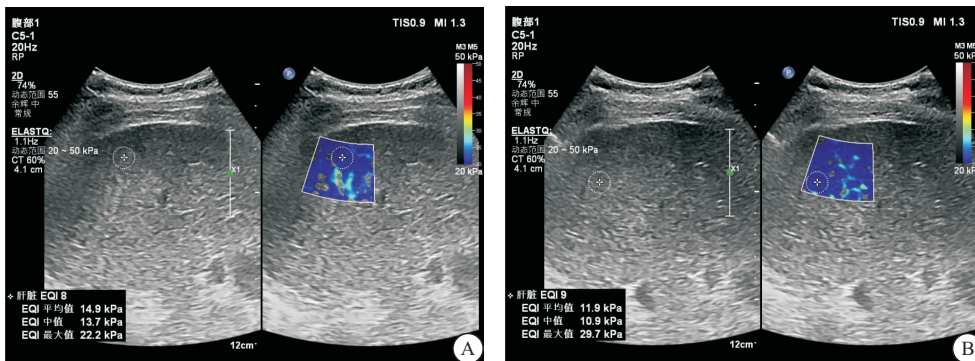


图 4 同一 NASH 患者治疗前后弹性成像图

Figure 4 Elastography of the same NASH patient before and after treatment

注:A. 治疗前 肝 E-Mean 14.9 kPa; B. 治疗 6 个月后 肝 E-Mean 11.9 kPa

要,是判断预后的重要依据,在疗效不佳时及时提示临床医师调整后续治疗方案。目前 NASH 诊断的金标准仍然是肝脏活检^[13-15],但因其有创,费用昂贵,患者接受度低,且本研究设计中需要对 NASH 患者的治疗效果进行长期随访,不适合进行反复穿刺。因此需要一种无创、简单、可重复性高的方法来监测 NASH 患者的治疗效果,这也是目前医学研究的热点与难点。

常规腹部超声对于脂肪肝的诊断敏感性很高,且操作简单,价廉,但目前关于脂肪肝的研究^[16],对于脂肪肝的分型依旧沿用轻、中、重度的分型标准,与其病理分型并不一一对应,且缺乏定量指标,受检查者主观因素影响很大,质控困难。因此二维超声评估 NASH 预后存在一定局限性,需要结合其他检查方式。SWE 技术是最新的超声弹性成像技术,可对组织硬度进行精确量化,在普通超声诊断系统中就可实现。通过检测剪切波的速度,系统自动计算出杨氏模量值,二者之间的关系为 $E = 3\rho C^2$ ^[17],其中 E 为杨氏模量,ρ 为组织密度,C 为剪切波速度,其大小反应组织的硬度,杨氏模量值越大,反映组织的硬度越大^[18],为实时直观的评估组织硬度提供了量化指标。目前,SWE 技术在肝硬化和肝纤维化方面的应用价值已得到广泛肯定^[19-22],而在 NASH 治疗效果评估方面的研究目前国内少见。

本研究通过对 60 例 NASH 患者治疗效果的动态监测,采集治疗前后 NASH 患者的肝 E-Mean,肝肾 E-Mean 比值以及实验室指标,发现治疗前有效组的肝 E-Mean、肝肾 E-Mean 比值及 FIB-4 指数均低于无效组($P < 0.05$),这与 NASH 的病理结果相一致,欧洲超声医学与生物学联合会《超声弹性成像临床应用指南与建议(2013 版)》^[23]中指出,肝脏硬度测值与肝纤维化程度成正相关,同时与肝脏炎症或坏死有一定

相关性,肝纤维化程度越高,肝脏炎症或坏死程度越重,则肝脏硬度测值越大。而对于症状重,已经发生明显肝纤维化的 NASH 患者,目前的医疗手段很难逆转其病情^[6]。为了证实肝 E-Mean、肝肾 E-Mean 比值、FIB-4 指数与 NASH 患者治疗后效果之间的关系,本研究分析了 NASH 患者治疗前后各项数据的变化,结果显示,治疗后有效组的肝 E-Mean、肝肾 E-Mean 比值、FIB-4 指数以及无效组的 FIB-4 指数均降低,而无效组的肝 E-Mean 及肝肾 E-Mean 比值反而有升高的趋势,说明好转组患者随着病情缓解,肝脏弹性值会减小,即硬度会减小。这与贺鹏等^[24],孙璐璐等^[25]的报道一致。而无效组的 SWE 测值呈升高趋势,则提示治疗无效,病情有恶化可能,肝脏硬度进一步增大。无效组 FIB-4 指数降低分析原因,可能是治疗过程中降酶药物的使用,影响了 AST 和 ALT 的测值,导致 FIB-4 指数数值降低,FIB-4 在未使用降酶药时参考价值更大^[26]。与此前研究的不同之处在于,笔者将肝肾 E-Mean 比值纳入研究之中,通过 ROC 曲线来评价肝 E-Mean 及肝肾 E-Mean 比值评估 NASH 患者预后的效能,结果显示,肝 E-Mean 评估 NASH 预后的 AUC 为 0.763,灵敏度为 67%,特异度为 87%,截断值为 9.93kPa。肝肾 E-Mean 比值评估 NASH 预后的 AUC 为 0.828,灵敏度为 78%,特异度为 91%,截断值为 1.89。表明用肝肾 E-Mean 比值来评估 NASH 预后,其灵敏度及特异度均高于仅用肝脏 E-Mean 来评估。所以笔者认为使用肝脏 E-Mean 联合肝肾 E-Mean 比值,共同来评估 NASH 患者预后,可以提高该检查方法的敏感度,也为未来的深入研究提供了方向和更多可能性。

本研究设计的不足在于,样本量小,量化指标单一,存在一定偶然性。后期计划扩大样本量,将更多血清生化指标纳入实验,增加量化指标种类,通过多

维度分析减小误差, 以为临床探索出一种最可靠的、多维量化指标, 动态检测 NASH 治疗效果。

4 结论

SWE 技术可以动态监测 NASH 患者的治疗过程, 提供的量化指标有评估 NASH 患者预后的潜能。

【参考文献】

[1] 中华医学会肝病学会脂肪肝和酒精性肝病学组, 范建高. 非酒精性脂肪性肝病诊疗指南(2010年修订版)[J]. 中华肝脏病杂志, 2010, 18(3): 163-166.

[2] 常彬霞, 邹正升, 李保森, 等. 2015年日本胃肠病学会非酒精性脂肪性肝病/非酒精性脂肪性肝炎的循证医学临床治疗指南[J]. 临床肝胆病杂志, 2015, 31(7): 1027-1030.

[3] FERRAIOLI G, TINELLI C, BELLO B D, *et al.* Accuracy of real-time shear wave elastography for assessing liver fibrosis in chronic hepatitis C: A pilot study[J]. *Hepatology*, 2012, 56(6): 2125-2133.

[4] 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.

[5] SAMIR A E, DHYANI M, VIJ A, *et al.* Shear-wave elastography for the estimation of liver fibrosis in chronic liver disease: determining accuracy and ideal site for measurement[J]. *Radiology*, 2014, 274(3): 888-896.

[6] 中华医学会肝病学会脂肪肝和酒精性肝病学组, 中国医师协会脂肪性肝病专家委员会. 非酒精性脂肪性肝病防治指南(2018更新版)[J]. 中华肝脏病杂志, 2018, 34(5): 641-649.

[7] SHEKA A C, ADEYI O, THOMPSON J, *et al.* Nonalcoholic Steatohepatitis: A Review[J]. *JAMA The Journal of the American Medical Association*, 2020, 323(12): 1175.

[8] CHALASANI N, YOUNOSSI Z, LAVINE J E, *et al.* The diagnosis and management of nonalcoholic fatty liver disease: Practice guidance from the American Association for the Study of Liver Diseases[J]. *Hepatology*, 2018, 67(1): 328-357.

[9] TOMMASO M, MARIA M, ANDREA G. PPARs and Mitochondrial Metabolism: From NAFLD to HCC[J]. *PPAR Research*, 2016, (2016-12-27), 2016, 2016: 7403230.

[10] BRANDON ORRWALKER, 谈力欣, 许樟荣. 非酒精性脂肪性肝病与糖尿病[J]. 临床荟萃, 2017, 32(8): 649-653.

[11] 舒筠然, 李俊琪, 刘琼. 非酒精性脂肪性肝病的流行病学和危险因素分析[J]. 临床肝胆病杂志, 2019, 35(9): 2085-2090.

[12] European Association for the Study of the Liver (EASL), European Association for the Study of Diabetes (EASD), European Association for the Study of Obesity (EASO). EASL-EASD-EASO Clinical Practice Guidelines for the management of non-alcoholic fatty liver disease [J]. *J Hepatol*, 2016, 64(6): 1388-1402.

[13] 沈峰, 郑瑞丹, 宓余强, 等. 细胞角蛋白-18联合受控衰减参数二步法无创鉴别非酒精性脂肪性肝炎的临床研究[J]. 中华肝脏病

杂志, 2016, 24(6): 429-434.

[14] 周勤娟. 彩色多普勒超声诊断非酒精性脂肪肝及其分度的临床价值[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(2): 117-118.

[15] MICHELLE LAI, SCOTT MILLIGAN, NICOLE M W, *et al.* 965-Real-World Evaluation of Nash in US Clinical Practice: Underutilization of Liver Biopsy and Liver Imaging[J]. *Gastroenterology*, 2019, 156(6): S-1223.

[16] 朱璐, 张堃, 尹天雷, 等. 超声评价复方丹金丹治疗非酒精性脂肪性肝病疗效及其与中医证候疗效相关性研究[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2015, 13(1): 37-39, 43.

[17] TANTER M, BERCOFF J, ATHANASIOU A, *et al.* Quantitative Assessment of Breast Lesion Viscoelasticity: Initial Clinical Results Using Supersonic Shear Imaging[J]. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 2008, 34(9): 1373-1386.

[18] GLOZMAN T, AZHARI H. A Method for Characterization of Tissue Elastic Properties Combining Ultrasonic Computed Tomography With Elastography [J]. *Journal of ultrasound in medicine; official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*, 2010, 29(3): 387-398.

[19] ELKRIEF L, RAUTOU P E, RONO T M, *et al.* Prospective comparison of spleen and liver stiffness by using shear-wave and transient elastography for detection of portal hypertension in cirrhosis[J]. *Radiology*, 2015, 275(2): 589-598.

[20] SAMIR A E, DHYANI M, VIJ A, *et al.* Shear-wave elastography for the estimation of liver fibrosis in chronic liver disease: determining accuracy and ideal site for measurement[J]. *Radiology*, 2014, 274(3): 888-896.

[21] CASSINOTTO C, BOURSIER J, V D LÉDINGHEN, *et al.* Liver stiffness in nonalcoholic fatty liver disease: A comparison of supersonic shear imaging, FibroScan, and ARFI with liver biopsy [J]. *Hepatology*, 2016, 63(6): 1817-1827.

[22] FENG J C, LI J, WU X W, *et al.* Diagnostic Accuracy of Supersonic Shear Imaging for Staging of Liver Fibrosis: A Meta-analysis [J]. *Journal of Ultrasound in Medicine Official Journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*, 2016, 35(2): 329.

[23] EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography. Part 2: Clinical Applications [J]. *Ultraschall in Der Medizin*, 2013, 34(3): 238-253.

[24] 贺鹏, 任波, 李玲, 等. 剪切波弹性成像技术在非酒精性脂肪性肝病诊断及肝纤维化分级中应用的初步研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28(9): 637-641.

[25] 孙璐璐, 郑权, 保洁, 等. 实时剪切波弹性成像与血清学检查评价非酒精性脂肪性肝病患者纤维化的相关性研究[J]. 胃肠病学和肝病杂志, 2017(10): 1121-1124.

[26] NONALCOHOLIC, STEATOHEPATITIS, STEATOSIS, *et al.* Non-invasive methods for the diagnosis of nonalcoholic fatty liver disease [J]. *世界肝病杂志: 英文版(电子版)*, 2015, (4): 638-648.

(收稿日期: 2021-06-18; 修回日期: 2022-02-14; 编辑: 黎仕娟)