

肝脏彩色多普勒超声血流参数及剪切波弹性成像在非酒精性脂肪性肝病患者诊断中的价值

赵丽敏¹, 郭卫红², 苏秀丽³

1. 河南省焦作市疾病预防控制中心, 河南 焦作 454000; 2. 河南省焦作市第二人民医院超声科, 河南 焦作 454000;

3. 河南科技大学第一附属医院消化内科, 河南 洛阳 471099

【摘要】 目的 探讨肝脏彩色多普勒超声(CDFI)血流参数、剪切波弹性成像参数在诊断非酒精性脂肪性肝病(NAFLD)中的价值。**方法** 选取102例NAFLD患者为NAFLD组,另外选取95例健康体检志愿者为对照组,均接受肝脏的彩色多普勒超声检查、瞬时弹性成像检查,比较两组患者肝脏血流参数、瞬时弹性成像参数,并按照肝脏脂肪浸润程度进行分层比较,采用受试者工作特征曲线(ROC)分析对NAFLD的诊断价值。**结果** NAFLD组甘油三酯、总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、谷丙转氨酶、谷草转氨酶均高于对照组,高密度脂蛋白胆固醇显著低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$);NAFLD组最大血流速度(PPVV)、平均速度(MPVV)、肝动脉阻力指数(HARI)低于对照组,SWV、杨氏模量高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。102例NAFLD患者中,轻度肝脏脂肪浸润患者31例、中度肝脏脂肪浸润57例、重度肝脏脂肪浸润14例,与轻度、中度患者比较,重度NAFLD患者的PPVV、MPVV测定值较低,SWV、杨氏模量较高($P<0.05$);与轻度组比较,中度NAFLD患者的PPVV、HARI测定值较低,SWV、杨氏模量较高($P<0.05$)。PPVV、MPVV、HARI、SWV、杨氏模量测定值诊断NAFLD患者的ROC曲线下面积分别为0.832、0.841、0.697、0.840、0.800;各项指标联合应用诊断NAFLD患者的ROC曲线下面积为0.943。**结论** 肝脏血流参数变化、剪切波弹性成像参数变化有助于判断NAFLD患者肝脏脂肪病变程度,可作为临床重要的辅助诊断措施之一。

【关键词】 非酒精性脂肪性肝病;彩色多普勒超声;瞬时弹性成像技术;诊断;肝纤维化

【中图分类号】 R445.1

【文献标志码】 A

【文章编号】 1672-6170(2025)05-0171-05

The value of liver color Doppler ultrasound blood flow parameters and shear wave elastography in the diagnosis of patients with nonalcoholic fatty liver disease ZHAO Li-min¹, GUO Wei-hong², SU Xiu-li³ 1. Jiaozuo Center for Disease Control and Prevention, Jiaozuo 454000, China; 2. Department of Ultrasound, Jiaozuo Second People's Hospital, Jiaozuo 454000, China; 3. Department of Gastroenterology, The First Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology, Luoyang 471099, China

【Abstract】 Objective To investigate the value of color Doppler ultrasound (CDFI) blood flow parameters and shear wave elastography parameters in the diagnosis of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD). **Methods** One hundred and two NAFLD patients were selected as a NAFLD group. Another 95 healthy examination volunteers were selected as a control group. All patients received color Doppler ultrasound examination and transient elastography examination of the liver. The liver blood flow parameters and transient elastography parameters were compared between the two groups. The stratified comparative analysis was carried out according to the degree of liver fat infiltration. Receiver operating characteristic curve (ROC) analysis was used to analyze its value in the diagnosis of NAFLD patients. **Results** Levels of serum TG, TC, LDL-C, ALT, and AST were significantly higher in the NAFLD group compared to the control group, while HDL-C level was notably lower in the NAFLD group ($P<0.05$). The maximum blood flow velocity (PPVV), mean velocity (MPVV), and hepatic artery resistance index (HARI) in the NAFLD group were lower than those in the control group, while the SWV and Young's modulus were higher than those in the control group ($P<0.05$). Among the 102 NAFLD patients, there were 31 cases with mild hepatic steatosis, 57 cases with moderate hepatic steatosis, and 14 cases with severe hepatic steatosis. Compared with the mild group and the moderate group, the PPVV and MPVV in the severe NAFLD were lower while SWV and Young's modulus were higher ($P<0.05$). Compared to the mild group, the PPVV and MPVV in the moderate group were lower while SWV and Young's modulus were higher ($P<0.05$). The areas under the ROC curves for PPVV, MPVV, HARI, SWV, and Young's modulus in differentiating NAFLD patients were 0.832, 0.841, 0.697, 0.840, and 0.800, respectively. The area under the ROC curve of the combined application of various indicators in diagnosing NAFLD patients was 0.943. **Conclusions** Changes in liver blood flow parameters and shear wave elastography parameters can help determine the degree of liver fatty lesions in NAFLD patients.

[18] Huang H, Da J, Watson R, et al. Development and Validation of an Evidence-Based Home Pursed Lip Breathing Protocol for Improving Health Outcomes in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease[J]. Int J Older People Nurs, 2024, 19(4): e12627.

[19] Lewis A, Kal E, Nolan CM, et al. Pilot study of physiotherapist-led versus music therapist-led breathing control exercises for young adults living with breathing pattern disorder: a randomised

controlled trial protocol[J]. BMJ Open Respir Res, 2022, 9(1): e001414.

[20] 范庭涛, 江奎英. 呼吸功能锻炼联合家庭无创机械通气治疗稳定期重度 COPD 的疗效[J]. 江苏医药, 2021, 47(5): 509-511, 515.

(收稿日期: 2025-02-11; 修回日期: 2025-04-02)

(本文编辑: 彭羽)

These can serve as one of the important clinical auxiliary diagnostic measures.

【Key words】 Nonalcoholic fatty liver disease; Color Doppler ultrasound; Instantaneous elastic imaging technology; Diagnosis; Hepatic fibrosis

非酒精性脂肪性肝病 (Non alcoholic fatty liver disease, NAFLD) 作为全球慢性肝病的主要诱因,与代谢综合征紧密相关,其潜在风险包括非酒精性脂肪性肝炎、肝纤维化、肝硬化甚至肝细胞癌^[1,2]。鉴于 NAFLD 早期可逆的特性,早期诊断与合理治疗显得尤为重要。然而,当前肝活检作为诊断 NAFLD 的金标准,有创性限制了该技术的广泛应用^[3]。传统影像学方法虽有一定价值,但非特异性和主观性限制了其精准量化评估肝脏脂肪浸润的能力^[4]。近年来,彩色多普勒血流成像 (color doppler ultrasound, CDFI) 和剪切波弹性成像 (shear wave elastography, SWE) 等新技术在肝脏疾病诊断中逐渐显现优势^[5,6]。CDFI 能直观反映肝脏血流动力学变化,而 SWE 则通过测量剪切波传播速度无创评估肝硬度^[7,8]。目前,关于 CDFI 血流参数及 SWE 在 NAFLD 诊断中的具体应用仍缺乏深入研究。因此,本研究旨在探讨这些新技术在 NAFLD 诊断及病情评估中的价值,为早期发现、精准治疗及预后评估

提供有力支持。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2023 年 5 月至 2024 年 4 月焦作市第二人民医院检查确诊的 102 例 NAFLD 患者为 NAFLD 组,纳入标准:①NAFLD 患者的诊断标准参考《非酒精性脂肪性肝病诊疗指南 (完整版)》中的标准^[9],患者经 CT、MRI 等影像学方式临床确诊;②年龄 19 ~ 79 岁;③患者均愿意接受肝脏彩色多普勒超声检查、瞬时弹性成像检查。排除标准:①合并肝脏恶性疾病 (肝癌、胆管癌、其他部位肿瘤等);②血液系统基础疾病 (白血病、血友病等);③肝脏寄生虫疾病;④合并重症感染疾病 (胆道感染、腹部感染等);⑤胃肠道梗阻或穿孔的患者;⑥合并急性心肌梗死、脑血管疾病的患者;⑦酒精性肝硬化。另外选取 95 例健康体检志愿者作为对照组,两组一般资料比较见表 1。经医院伦理委员会审批通过 (批号:2023-04-010)。

表 1 两组一般资料比较

组别	n	年龄 (岁)	BMI (kg/m ²)	男性 [n (%)]	吸烟 [n (%)]	饮酒 [n (%)]	高血压 [n (%)]	糖尿病 [n (%)]
NAFLD 组	102	56.9±8.6	25.32±1.96	65 (63.73)	46 (45.10)	23 (22.55)	32 (31.37)	43 (42.16)
对照组	95	55.0±7.5	24.91±2.00	54 (56.84)	38 (40.00)	17 (17.89)	21 (22.11)	34 (35.79)
统计量		t=1.647	t=1.453	χ ² =0.974	χ ² =0.523	χ ² =0.658	χ ² =2.148	χ ² =0.838
P		0.101	0.148	0.324	0.470	0.417	0.142	0.360

1.2 彩色多普勒超声检查及肝脏脂肪病变程度分级 检查所用仪器为飞利浦 EPIQ7 超声诊断仪,探头频率 2.5 ~ 5.0 MHz。检查前,受检者需至少空腹 8 h。采用左侧卧位,躯干倾斜约 60°,于平静呼吸末期维持约 5 s 的屏气状态,调节取样角度,获取清晰的多普勒频谱信号。肝脏脂肪浸润程度基于超声特征并结合《非酒精性脂肪性肝病诊疗指南 (完整版)》^[9] 推荐的影像学-病理对应标准进行分级:轻度:脂肪变性肝细胞占 <33%;中度:脂肪变性肝细胞占范围 33% ~ 66%;重度:脂肪变性肝细胞占范围 >66%。门静脉血流速度测量方法:选取门静脉右支分支前的位置进行取样,取样角度为 45°,获取准确的 最大 血流 速度 (PPVV) 和 平均 速度 (MPVV)。在测量肝动脉阻力指数 (HARI) 时,选定第一肝门区 (肝动脉前置于门静脉处) 作为取样点,同时确保取样角度不超过 60°,每个取样点均进行

三次重复测量,并取平均值作为最终结果。

1.3 瞬时弹性成像检查 在检查过程中,确保患者处于空腹及安静状态。患者平躺,双手上举置于头部两侧,以充分暴露肋间隙。选用 C5-2 凸阵探头,频率设定为 2 ~ 6 MHz,将超声仪器切换至弹性成像模式,仔细避开肝囊肿、血管瘤等病变区域,在肝脏实质内选择一个相对均匀的感兴趣区域 (ROI) 进行检查。通过该模式,获取肝脏的弹性图像,从而评估肝脏硬度。在 SWE 模式下,仪器会自动测量剪切波在肝脏组织中的传播速度,即 SWV 值。根据 SWV 值计算出杨氏模量,该值越大,表示肝脏的硬度越高。为确保测量结果的准确性,对同一区域进行 3 次测量,并取平均值作为最终结果。

1.4 实验室指标检测 收集患者空腹状态下的静脉血样本 3 ml,以 2000 转/min 的转速离心处理 15 min,分离出血清部分备用。采用 AU5800 全自动生化分析仪 (美国贝克曼库尔特商贸有限公司) 检测甘油三酯 (TG)、总胆固醇 (TC)、高密度脂蛋白胆固

【基金项目】 河南省医学科技攻关计划联合共建项目 (编号: LHGJ20210608)

醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、天冬氨酸氨基转移酶(AST)和丙氨酸氨基转移酶(ALT)水平。

1.5 统计学方法 数据使用统计软件 SPSS 21.0 进行分析。计量资料采用均数 $\pm$ 标准差进行描述,组间比较采用 t 检验;三组之间比较采用单因素方差;计数资料采用例数(%)描述,组间比较采用 χ^2

检验。诊断分析模型采用受试者工作特征曲线(ROC)法。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 NAFLD 组和对照组的血脂、肝功能指标比较 NAFLD 组血清 TG、TC、LDL-C、ALT、AST 均高于对照组,HDL-C 低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 2 NAFLD 组和对照组血脂、肝功能指标比较

组别	<i>n</i>	TG (mmol/L)	TC (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)	LDL-C (mmol/L)	ALT (U/L)	AST (U/L)
NAFLD 组	102	2.43 $\pm$ 0.65	5.94 $\pm$ 0.89	1.04 $\pm$ 0.18	3.29 $\pm$ 0.67	38.1 $\pm$ 9.2	37.4 $\pm$ 8.6
对照组	95	1.51 $\pm$ 0.39	5.23 $\pm$ 0.76	1.26 $\pm$ 0.25	2.95 $\pm$ 0.60	32.0 $\pm$ 7.8	31.7 $\pm$ 8.3
<i>t</i>		11.937	6.000	-7.124	3.742	5.002	4.727
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 NAFLD 组和对照组肝血流参数比较

NAFLD 组 PPVV、MPVV、HARI 低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

表 3 NAFLD 组和对照组肝血流参数比较

组别	<i>n</i>	PPVV (cm/s)	MPVV (cm/s)	HARI
NAFLD 组	102	17.84 $\pm$ 2.33	15.41 $\pm$ 1.96	0.74 $\pm$ 0.06
对照组	95	21.64 $\pm$ 2.70	20.55 $\pm$ 2.74	0.79 $\pm$ 0.04
<i>t</i>		-10.596	-15.221	-6.830
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

2.3 NAFLD 组和对照组剪切波弹性成像参数比较 NAFLD 组 SWV、杨氏模量测定值较对照组更高,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 4。

表 4 NAFLD 组和对照组剪切波弹性成像参数比较

组别	<i>n</i>	SWV (cm/s)	杨氏模量 (kPa)
NAFLD 组	102	1.87 $\pm$ 0.55	5.77 $\pm$ 1.43
对照组	95	1.25 $\pm$ 0.40	4.26 $\pm$ 1.02
<i>t</i>		8.993	8.477
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.4 不同病情程度 NAFLD 患者的肝血流参数比较 102 例 NAFLD 患者中,轻度肝脏脂肪浸润患者 31 例、中度肝脏脂肪浸润 57 例、重度肝脏脂肪浸润 14 例,重度 NAFLD 患者的 PPVV、MPVV 测定值均低于轻度、中度患者($P<0.05$);中度 NAFLD 患者的 PPVV、HARI 测定值均低于轻度患者($P<0.05$)。见表 5。

2.5 不同病情程度 NAFLD 患者的剪切波弹性成像参数比较 重度 NAFLD 患者的 SWV、杨氏模量测定值均高于轻度、中度患者($P<0.05$);中度 NAFLD 患者的 SWV、杨氏模量高于轻度患者($P<0.05$)。见表 6。

2.6 肝脏血流参数与剪切波弹性成像参数诊断 NAFLD 的价值 以 NAFLD 患者的 PPVV、MPVV、

HARI、SWV、杨氏模量测定值分别绘制 ROC 曲线,其诊断 NAFLD 患者的 ROC 曲线下面积分别为 0.832、0.841、0.697、0.840、0.800;见图 1、图 2。各项指标联合应用诊断 NAFLD 患者的 ROC 曲线下面积为 0.943;见图 3。各项指标诊断 NAFLD 患者的灵敏度等指标见表 7。

表 5 不同病情程度 NAFLD 患者的肝血流参数比较

肝脏脂肪浸润程度	<i>n</i>	PPVV (cm/s)	MPVV (cm/s)	HARI
轻度	31	18.94 $\pm$ 2.13	15.90 $\pm$ 1.92	0.76 $\pm$ 0.06
中度	57	17.90 $\pm$ 2.08 *	15.43 $\pm$ 1.80	0.74 $\pm$ 0.05 *
重度	14	15.16 $\pm$ 1.65 **	14.24 $\pm$ 1.34 **	0.73 $\pm$ 0.05 *
<i>F</i>		29.301	14.337	17.476
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

* 与轻度组比较, $P<0.05$,#与中度组比较, $P<0.05$

表 6 不同病情程度 NAFLD 患者的剪切波弹性成像参数比较

肝脏脂肪浸润程度	<i>n</i>	SWV (cm/s)	杨氏模量 (kPa)
轻度	31	1.51 $\pm$ 0.36	4.77 $\pm$ 1.02
中度	57	1.96 $\pm$ 0.53 *	5.93 $\pm$ 1.28 *
重度	14	2.30 $\pm$ 0.41 **	7.33 $\pm$ 0.89 **
<i>F</i>		41.283	38.094
<i>P</i>		<0.001	<0.001

* 与轻度组比较, $P<0.05$,#与中度组比较, $P<0.05$

表 7 各项指标诊断 NAFLD 患者的诊断价值 (%)

指标	灵敏度	特异度	阳性预测值	阴性预测值
PPVV	65.29	84.01	61.23	80.12
MPVV	70.08	82.54	68.4	78.63
HARI	56.24	78.02	52.39	73.46
SWV	73.4	83.11	67.48	78.37
杨氏模量	60.04	80.4	59.43	74.20
联合应用	94.28	76.08	90.14	71.38

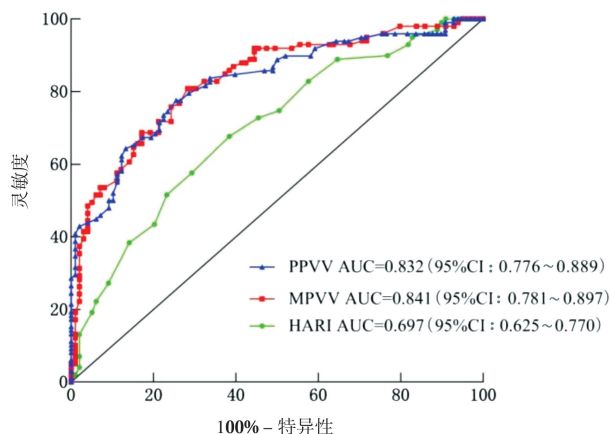


图1 肝脏血流参数诊断 NAFLD 的 ROC 曲线

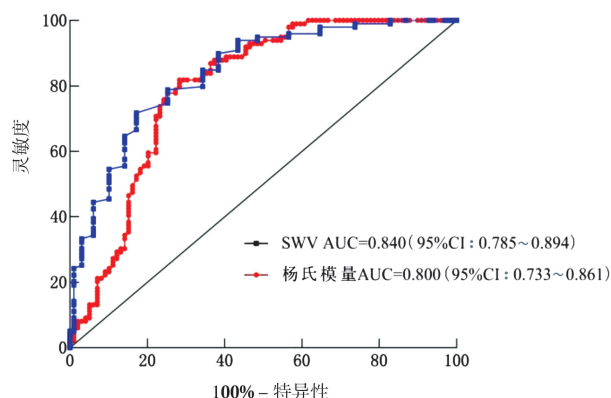


图2 剪切波弹性成像参数诊断 NAFLD 的 ROC 曲线

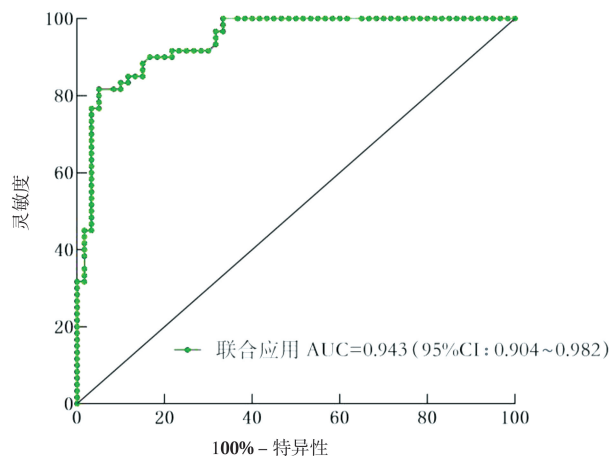


图3 各项指标联合应用诊断 NAFLD 患者的 ROC 曲线

3 讨论

肝脏 CDFI 血流参数和 SWE 参数是评估 NAFLD 的常用手段。CDFI 能直观展现肝脏血管与血流状况,为评估肝脏功能提供重要线索;而 SWE 则能定量评估肝脏硬度,间接反映肝纤维化程度^[11]。本研究旨在深入探索其应用价值,为临床提供更准确、有效的诊断依据。

本研究结果显示,NAFLD 组患者的肝脏 PPVV、MPVV、HARI 测定值均显著低于对照组。PPVV 和 MPVV 作为反映肝脏血流速度的指标,其

降低意味着 NAFLD 患者肝脏血流减少或血流动力学受损^[12]。其机制是肝脏脂肪变性导致的血管阻力增加,或者肝脏实质结构改变影响了血流的通畅性。血流速度的降低可能进一步影响肝脏的代谢和解毒功能,从而加重 NAFLD 的病情。HARI 作为评估肝脏血管阻力的指标,在 NAFLD 患者中的降低似乎与常规的病理过程不符,因为脂肪变性通常会增加血管阻力。本研究结果可能反映了 NAFLD 患者肝脏出现了血管舒张和收缩功能的失衡,或是存在血管新生现象^[13]。既往研究表明,NAFLD 进展中肝窦内皮细胞功能受损可诱导一氧化氮合成增加,通过激活 PI3K/Akt 通路介导肝动脉舒张,从而降低 HARI^[14]。肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白介素-6 (IL-6) 等促炎细胞因子在 NAFLD 患者中显著升高,可直接作用于血管平滑肌细胞,通过抑制 RhoA/ROCK 信号通路降低血管张力,这可能是 HARI 降低的重要病理基础^[15]。NAFLD 患者的肝脏血流速度降低以及血管阻力发生变化,监测这些指标的变化对于评估 NAFLD 的病情和治疗效果具有重要意义。

既往研究表明,NAFLD 患者的肝脏结构和功能会发生显著变化,包括脂肪堆积、炎症和纤维化等,这些变化通常会导致肝脏血流速度减慢和血管阻力异常^[16]。本研究发现,NAFLD 患者的肝脏 PPVV 和 MPVV 均低于对照组,说明 NAFLD 患者肝脏血流速度减慢,与以往研究相符。本研究结果显示,随着病情加重,NAFLD 患者的 PPVV 和 MPVV 值逐渐下降。这种趋势也证实 NAFLD 患者肝脏血流速度减慢,并显示病情严重程度与肝脏血流动力学指标的紧密关系。此外,本研究还发现 NAFLD 患者的 HARI 也呈下降趋势,且在不同病情程度的患者间存在差异,这为对 NAFLD 患者肝脏血流动力学变化的理解提供了更多线索。

本研究中,NAFLD 组患者的 SWV 及杨氏模量测定值均较对照组显著升高,且随病情的加重而逐渐升高 ($P < 0.05$)。表明 NAFLD 患者的肝脏硬度明显增加,可能与肝脏脂肪变性引发的纤维化和结构改变有关^[17]。SWV 和杨氏模量作为评估肝脏硬度的关键指标,其数值的上升直接反映了肝脏弹性的降低,表明肝脏的纤维化进展和肝功能可能已受到损害^[18]。

本研究显示,PPVV、MPVV、HARI、SWV 和杨氏模量对于诊断 NAFLD 均有一定的价值。其中,PPVV 和 MPVV 能够敏锐地捕捉到肝脏血流动力学

的变化,对 NAFLD 的诊断具有重要参考价值。而 SWV 和杨氏模量作为反映肝脏硬度的关键指标,能够直接揭示肝脏纤维化和结构改变的程度。相比之下,HARI 的 AUC 值低于上述指标,表明其在 NAFLD 鉴别中的准确性相对有限,可能受到多种因素的影响^[19,20]。综合考虑这些指标的变化可以提高 NAFLD 诊断的准确性和可靠性。

分析显示,NAFLD 患者的血清 TG、TC、LDL-C、ALT、AST 水平明显高于对照组,而 HDL-C 水平则明显低于对照组($P<0.05$)。TG、TC 和 LDL-C 的升高可能导致脂质在肝脏内过度沉积,进而造成肝细胞脂肪变性,推动 NAFLD 的发生与发展。同时,ALT 和 AST 作为肝脏功能的敏感指标,在 NAFLD 患者中的升高反映了肝脏功能的受损。此外,HDL-C 作为有益胆固醇,在 NAFLD 患者中的降低可能进一步加剧心血管疾病风险^[21]。综上,这些生化指标的异常变化不仅可辅助 NAFLD 的诊断,还提示临床密切关注患者的血脂代谢和肝脏功能,以制定更有效的治疗方案和预防措施。

综上所述,对于 NAFLD 患者,通过观察患者肝脏血流参数变化、剪切波弹性成像参数变化,有利于判断患者肝脏脂肪病变程度,可作为临床重要的辅助诊断措施之一。本研究通过综合评估 PPVV、MPVV、HARI、SWV 和杨氏模量等多个指标,为 NAFLD 患者的鉴别诊断提供了更全面、准确的方法。但本研究样本量较小可能影响结果的普遍性和稳定性,且未充分考虑患者个体差异和其他潜在影响因素,对结果解释有一定限制。未来研究可扩大样本量,深入探究这些指标与 NAFLD 病情进展及预后的关系。

【参考文献】

- [1] Polyzos SA, Kechagias S, Tsochatzis EA. Review article: non-alcoholic fatty liver disease and cardiovascular diseases: associations and treatment considerations[J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2021, 54(8):1013-1025.
- [2] Huang TD, Behary J, Zekry A. Non-alcoholic fatty liver disease: a review of epidemiology, risk factors, diagnosis and management[J]. *Intern Med J*, 2020, 50(9):1038-1047.
- [3] Muzurovi E, Polyzos SA, Mikhailidis DP, et al. Non-alcoholic fatty liver disease in children[J]. *Curr Vasc Pharmacol*, 2023, 21(1): 24-25.
- [4] Cataldo I, Sarcognato S, Sacchi D, et al. Pathology of non-alcoholic fatty liver disease[J]. *Pathologica*, 2021, 113(3):194-202.
- [5] Verma A, Kumar I, Indal M, et al. Variation in hepatic segmental portal venous pulsed wave Doppler flow distribution in patients with NAFLD: A pilot study[J]. *Ultrasound*, 2023, 31(4):300-307.
- [6] Chen G, Yang JC, Zhang GX, et al. Evaluation of six noninvasive methods for the detection of fibrosis in chinese patients with obesity and nonalcoholic fatty liver disease[J]. *Obes Surg*, 2022, 32(11): 3619-3626.
- [7] Taru MG, Neamti L, Taru V, et al. How to identify advanced fibrosis in adult patients with non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) and non-alcoholic steatohepatitis (nash) using ultrasound elastography-a review of the literature and proposed multistep approach[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(4):788-790.
- [8] Ferraioli G, Roccarina D. Update on the role of elastography in liver disease[J]. *Therap Adv Gastroenterol*, 2022, 15(8):e133.
- [9] 中华医学会肝病学会脂肪肝和酒精性肝病学会. 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):167-170.
- [10] Kechagias S, Ekstedt M, Simonsson C, et al. Non-invasive diagnosis and staging of non-alcoholic fatty liver disease[J]. *Hormones (Athens)*, 2022, 21(3):349-368.
- [11] Wajsbrodt NB, Leite NC, Salles GF, et al. Non-alcoholic fatty liver disease and the impact of genetic, epigenetic and environmental factors in the offspring[J]. *World J Gastroenterol*, 2022, 28(25): 2890-2899.
- [12] 唐永丽,梁雄波,程小飞,等. 不同超声弹性成像技术对非酒精性脂肪性肝病肝纤维化的对比研究[J]. *中西医结合肝病杂志*, 2022, 32(8):722-725.
- [13] 杨金秋,赵文霞,周铨,等. 非酒精性脂肪性肝病发生进展期肝纤维化的危险因素及列线图预测模型构建[J]. *临床肝胆病杂志*, 2024, 40(8):1579-1584.
- [14] 彭静,陈志远,周懂晶,等. 肝脏脂肪含量对超声瞬时弹性成像肝纤维化诊断效能的影响[J]. *中国医学影像学杂志*, 2022, 30(8):797-802,808.
- [15] Lian CY, Zhai ZZ, Li ZF, et al. High fat diet-triggered non-alcoholic fatty liver disease: A review of proposed mechanisms[J]. *Chem Biol Interact*, 2020, 330(8):e109199.
- [16] 吴小芬,方群,周华,等. 基于常规超声参数联合剪切波弹性成像参数的诊断模型预测肝硬化食管静脉曲张的价值[J]. *临床超声医学杂志*, 2023, 25(9):759-763.
- [17] Karagiannakis DS, Markakis G, Lakiotaki D, et al. Comparing 2D-shear wave to transient elastography for the evaluation of liver fibrosis in nonalcoholic fatty liver disease[J]. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 2022, 34(9): 961-966.
- [18] 李希娅,于婷婷,张孟梦,等. 剪切波弹性成像定量评估不同程度酒精性脂肪性肝病患者颈总动脉弹性[J]. *中国医学影像技术*, 2023, 39(10):1508-1513.
- [19] 黄继才,王小金,陈保利,等. 二维超声剪切波弹性成像技术肝脏硬度测量在非酒精性脂肪性肝病的应用价值[J]. *实用医技杂志*, 2022, 29(4):386-389.
- [20] 陈玲,张翔,徐琦. 剪切波弹性成像技术在筛查非酒精性脂肪性肝炎高危人群中的应用价值[J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(11):2702-2704.
- [21] 赵亚楠,方明,徐绍岩,等. 多声学技术参数联合血清学指标对非酒精性脂肪性肝病肝脂肪变性阶段的诊断价值[J]. *中华医学超声杂志电子版*, 2023, 20(11):1164-1173.

(收稿日期:2025-03-04;修回日期:2025-06-23)

(本文编辑:侯晓林)