

# 瞬时弹性成像技术在肝纤维化无创诊断中的应用

程丹颖, 李贵, 纪世博, 邢卉春 (首都医科大学附属北京地坛医院 肝病三科, 北京 100015)

**摘要:** 肝纤维化是各种慢性肝病进展为肝硬化的必经阶段, 早期准确诊断肝纤维化至关重要。瞬时弹性成像(transient elastography, TE)是通过超声波传递速度间接反映肝脏硬度从而判断肝纤维化程度的技术, 已得到广泛关注和认可。将TE与血清生物化学指标联合应用于肝纤维化的无创诊断是未来的发展方向。本文总结了TE技术的工作原理、操作方法、优缺点及其在慢性丙型肝炎、慢性乙型肝炎和其他非病毒性肝病所致肝纤维化的无创诊断中的应用进展。

**关键词:** 肝纤维化; 无创诊断; 瞬时弹性成像

## Application of transient elastography in noninvasive diagnosis of liver fibrosis

Cheng Danying, Li Ben, Ji Shibo, Xing Huichun (Center of Hepatology, Beijing Ditan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100015, China)

**Abstract:** Liver fibrosis is a necessary stage for all kinds of chronic liver diseases developing into cirrhosis. It is very important to diagnose liver fibrosis timely and accurately. Transient elastography (TE) is a technique that indirectly reflects the liver stiffness by ultrasonic transmission rate to determine the stage of liver fibrosis, which has been widely concerned and recognized. The combination of TE and serum biochemical indicators in the noninvasive diagnosis of liver fibrosis will be the development direction in the future. This paper summarized the working principle, operation method, advantages and disadvantages, and the clinical application progress of TE in noninvasive diagnosis of liver fibrosis caused by chronic hepatitis C, chronic hepatitis B and other non-viral liver diseases.

**Key words:** Liver fibrosis; Noninvasive diagnosis; Transient elastography

肝纤维化是各种慢性肝病向肝硬化发展的必经过程, 其主要病理特征是肝星状细胞活化和细胞外基质过度沉积。随着疾病的进展, 肝纤维组织弥漫性增生, 形成再生结节及假小叶, 最终发展为肝硬化。因此, 早期准确诊断肝纤维化至关重要。近年来, 肝纤维化的无创诊断方法取得较大进展, 通过肝脏硬度检测(liver stiffness measurement, LSM)值来评价肝纤维化程度的瞬时弹性成像(transient elastography, TE)技术得到了国内外学者的广泛关注和认可。本文就TE在肝纤维化无创诊断中的临

床应用进展进行总结。

## 1 TE技术的工作原理及操作方法

TE是Sandrin等于2003年研制的应用超声波技术测定LSM值来评估肝纤维化的无创方法。由法国Echosens公司研制的测定肝组织弹性的TE系统称为FibroScan。振动器发出的50 Hz低频振动经FibroScan探头上的超声换能器传向肝组织, 引起瞬时弹性剪切波。肝组织质地越硬, 剪切波的传递速度越快, 得出的LSM值越高。因此, 通过测定肝脏瞬时弹性可评估肝脏纤维化程度并进行定量分级。进行TE检测时, 受试者取仰卧位, 右手抱头, 以最大程度地展开肋间隙, 将探头垂直置于肋间隙, 成功捕获10次回波, 取中位值作为检测结果, 并保证成功率 $\geq 70\%$ , 四分位间距小于中位值的1/3。检测

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7380.2021.04.003

基金项目: 国家科技重大专项课题(2018ZX10302204); 首都卫生发展科研专项(首发2018-2-2173)

通讯作者: 邢卉春 Email: huichunxing@126.com

结果以kPa表示,可测范围为2.5~75.0 kPa,正常肝脏组织的测量值一般小于5.0 kPa,超过12.0~14.0 kPa可能已出现肝硬化。除了LSM值外,以诊断敏感度为纵坐标,以特异度为横坐标,得出的受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线下面积也可反映肝组织的弹性,面积越大,肝组织质地越硬。

2013年我国清华大学自主研发的肝脏纤维化无创检测系统FibroTouch用于临床。FibroTouch集成了二维影像和TE技术,通过定量检测LSM及脂肪衰减对肝脏的组织形态、纤维化程度和脂肪变性程度进行一体化检测及评估。FibroTouch应用动态宽频探头,减少了肥胖等因素的干扰,增加了二维影像引导功能以避免血管和囊肿等相关影响因素,大幅提高了检测的成功率和准确性,同时提升了检测速度和工作效率,可广泛应用于慢性肝病的病情检测和治疗评估以及亚健康人群肝脏健康的筛查和评估。中日友好医院袁利超等<sup>[1]</sup>通过肝穿刺病理组织学验证了FibroScan与FibroTouch的相关性和一致性均较好,FibroTouch诊断S2、S3和S4级肝纤维化的灵敏度和特异度均较高。

## 2 TE技术的优点及不足

TE能够快速获得客观定量和较为精确的肝纤维化诊断结果,具有无创、安全、易于操作、可动态监测肝纤维化进展程度等优点,为各指南所推荐,已在临床上得到广泛应用<sup>[2,3]</sup>。但TE也存在其局限性,FibroScan检测结果及操作成功率往往受到操作者主观感受及患者肥胖、肋间隙狭窄等因素影响。脂肪组织对低频剪切波和超声波会产生强烈的衰减作用,当体重指数(body mass index, BMI)大于30 kg/m<sup>2</sup>时,检测失败率可达22%~25%,且检测结果不可靠。由于低频剪切波不能通过液体传播,腹水也同样会影响TE的测定结果。此外,FibroScan是一维成像系统,无法表现肝组织弹性的二维分布情况。目前对于TE的测定结果尚未形成固定的界限值,有待进一步临床研究来积累更多的资料。FibroScan对显著性纤维化(Metavir评分 $\geq$  F2)和肝硬化(Metavir评分F4)的诊断比较可靠,但由于相邻纤维化阶段ROC曲线下面积有重叠,故对Metavir评分为F0、F1和F2的分期不理想。肝脏是被包膜覆盖的器官,当肝细胞发生炎症、水肿或存在肝外胆汁淤积等病变时,也会影响LSM测量结果。研究表明,在慢性病毒性肝炎急性发作过程中和(或)丙氨酸氨基转移酶(alanine aminotransferase, ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶

(aspartate aminotransferase, AST)升高过程中,LSM值可能有1.3~3倍的增长,肝功能恢复后LSM值回到基线水平。因此在临床实践中需结合患者体型、血清生物化学指标、其他影像学检查及内镜等临床资料对FibroScan检测结果进行综合分析,使TE可更为准确地评估患者肝纤维化程度。

## 3 TE技术在肝纤维化无创诊断中的应用

大量的研究结果表明,TE技术对不同病因引起的肝纤维化的诊断与分期均有较高的准确性,被认为是评估肝纤维化的一种经济有效的监控策略。

3.1 TE技术在慢性HCV感染者的应用 首个研究TE和肝组织活检相关性的试验是在慢性丙型肝炎(chronic hepatitis C, CHC)患者中完成的<sup>[4]</sup>,该研究中有91例CHC患者接受了肝组织活检和TE检查,结果表明LSM值和Metavir肝纤维化分期密切相关。另有研究表明,FibroScan对于CHC进展期肝纤维化有较好的诊断效能,其综合诊断效能优于APRI及FIB-4指数,且诊断的准确性不受肝功能指标的影响<sup>[5]</sup>。抗病毒治疗后CHC患者LSM值可下降。Vergniol等<sup>[6]</sup>对用聚乙二醇化干扰素联合利巴韦林治疗的112例CHC患者与未抗病毒治疗的304例患者进行比较,发现治疗结束24周时持续病毒学应答者LSM值由8.25 kPa降至5.60 kPa,停药复发者LSM值由9.30 kPa降至7.20 kPa,而未治疗者下降不显著。

3.2 TE技术在慢性HBV感染者的应用 用TE评价在慢性乙型肝炎病毒(hepatitis B virus, HBV)感染者肝纤维化的研究晚于CHC患者。Verveer等<sup>[7]</sup>研究认为,当Metavir分期 $\geq$  F3时,TE对慢性乙型肝炎(chronic hepatitis B, CHB)患者肝纤维化程度的评价效能与CHC相当。一项针对CHB患者的研究表明,FibroScan对Ishak评分诊断为无肝纤维化(S0期)、轻度肝纤维化(S1期)、中度肝纤维化(S2~S3期)、重度肝纤维化和肝硬化(S4期)的ROC曲线下面积分别为0.943、0.800、0.568和1.000,截断值分别为5.90 kPa、7.61 kPa、9.25 kPa和14.84 kPa,其诊断的灵敏度和特异度分别为100.0%和89.6%、100.0%和69.4%、100.0%和52.1%、100.0%和100.0%<sup>[8]</sup>。研究表明TE可准确诊断CHB患者的肝纤维化程度<sup>[8,9]</sup>。对于慢性HBV感染者,评估肝纤维化程度也是评价抗病毒疗效的重要指标。CHB肝硬化患者应用恩替卡韦抗病毒治疗48周,LSM值从30.54 kPa降至25.34 kPa<sup>[10]</sup>,CHB患者经恩替卡韦长期抗病毒治疗后LSM值显著降低,可作为评估疗效的随访指标<sup>[11-13]</sup>。

3.3 TE技术在非酒精性脂肪性肝病中的应用 非酒

精性脂肪性肝病(non-alcoholic fatty liver diseases, NAFLD)的发病率逐年增高,在NAFLD进展过程中会发生不同程度的肝纤维化。目前已有研究者应用TE技术对NAFLD患者的肝纤维化程度进行评估,但不同研究对检测结果的评价不完全一致。多数研究认为LSM值与NAFLD患者的肝纤维化分期呈正相关,对NAFLD引起的肝纤维化有较好的诊断价值,其灵敏度及特异度均优于APRI和FIB-4,可作为进展期肝纤维化的筛选试验<sup>[14-16]</sup>。然而,也有研究者认为在NAFLD患者中LSM值的解释需谨慎,当NAFLD患者肝细胞发生严重脂肪变性( $\geq 33\%$ )时,肝纤维化Metavir评分为F3的患者与轻度脂肪变、Metavir评分为F1患者的LSM值相当,当LSM的截断值为8.0 kPa时,75% NAFLD患者的肝纤维化程度被低估<sup>[17]</sup>。

**3.4 TE技术在酒精性肝病中的应用** TE对酒精性肝病患者是否存在肝纤维化及排除肝硬化方面有好的诊断价值。Thiele等<sup>[18]</sup>根据有无临床症状将199例有酒精滥用史的患者分为肝硬化高危组与低危组,使用FibroScan检测LSM值,并在第2 d进行肝穿刺活检,使用Ishak评分进行纤维化分期。结果表明,TE对严重肝纤维化及肝硬化的诊断价值较高(ROC曲线下面积 $> 0.92$ ),严重肝纤维化和肝硬化的截断值分别为9.6 kPa、19.7 kPa。用TE评估酒精性肝病患者肝纤维化时还需考虑患者当前的饮酒状态,通常戒酒可使其LSM值下降,戒酒7 d时下降最明显,可能与肝细胞炎症消退有关。

**3.5 TE技术在自身免疫性肝病中的应用** Corpechot等<sup>[19]</sup>对103例原发性胆汁性胆管炎(primary biliary cholangitis, PBC)患者的研究表明,LSM对严重进展期肝纤维化(Metavir评分 $\geq F3$ )及肝硬化(Metavir评分F4)诊断的灵敏度和特异度均 $> 90\%$ ,但对轻度或显著肝纤维化的敏感度较低。LSM和原发性硬化性胆管炎(primary sclerosing cholangitis, PSC)患者的肝纤维化分期相关,诊断显著肝纤维化和肝硬化的ROC曲线下面积分别是0.84、0.95,诊断价值高于其他血清学标志物<sup>[20]</sup>。

**3.6 TE技术在其他慢性肝病肝纤维化中的应用** 邵清等<sup>[21]</sup>对1157例临床诊断为药物性肝损伤(drug induced liver injury, DILI)的患者在肝穿刺活检前3 d内使用FibroScan检测LSM值,并与病理Ishak评分进行比较,结果表明LSM值与肝纤维化分期呈显著正相关( $P < 0.001$ ),LSM诊断S1、S2、S3和S4期肝纤维化的ROC曲线下面积分别为0.810、0.775、0.798和0.896,最佳诊断截断值分别为7.2 kPa、8.5 kPa、

12.3 kPa、13.7 kPa,表明TE能够较准确地判断DILI患者的肝纤维化分期,具有较好的临床应用价值。Sini等<sup>[22]</sup>使用FibroScan对肝豆状核变性患者的肝纤维化程度进行了评估,结果表明TE是评价肝豆状核变性患者肝纤维化程度的有效方法,其诊断显著肝纤维化的截断值为6.6 kPa,进展期肝纤维化的截断值为8.4 kPa。此外,通过TE技术测定肝脏剪切波速度值,联合门静脉和脾静脉流速测量可作为评估肝窦阻塞综合征患者治疗效果和预后的重要方法<sup>[23]</sup>。另外,也有研究将TE技术用于特发性门静脉高压症的诊断<sup>[24]</sup>。

### 3.7 TE技术在预测肝病相关事件中的应用

**3.7.1 用于预测肝硬化门脉高压及其相关并发症** 肝纤维化可进一步进展到肝硬化门脉高压(portal hypertension, PHT),并可导致食管胃底静脉曲张破裂出血。肝静脉压力梯度(hepatic venous pressure gradient, HVP)是评估肝硬化门脉压力的金标准,但HVP测定为有创操作,需在有经验的中心才可进行。有学者对LSM值与HVP及食管胃底静脉曲张的相关性进行研究,认为TE可作为无创评估PHT的有效指标,对食管胃底静脉曲张风险也有一定的预测价值<sup>[25-27]</sup>。Kim等<sup>[28,29]</sup>构建了以LSM值为基础的食管胃底静脉曲张风险预测模型,即肝硬度-脾直径与血小板比值积分(LSPS),研究显示该模型对高风险食管静脉曲张有较好的预测价值,其ROC曲线下面积为0.953,阳性预测值、阴性预测值分别为93.3%、94.7%;LSPS积分 $\geq 6.5$ 分是曲张静脉出血的独立预测因素。随后有研究探讨了LSM值与肝功能失代偿的相关性,结果提示LSM值与Child-Pugh分级相关,是评估肝硬化严重程度的有效手段<sup>[30,31]</sup>。

**3.7.2 TE技术用于预测HCC发生的风险** 肝硬化是肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, HCC)发生的独立危险因素之一。Wang等<sup>[32]</sup>对198例CHC患者进行了5年随访,以LSM  $< 12.0$  kPa为参照,LSM  $> 24.0$  kPa和 $12.0 \text{ kPa} \leq \text{LSM} \leq 24.0 \text{ kPa}$ 患者发生HCC的风险比(hazard ratio, HR)分别为24.6、11.7,提示高LSM值也是CHC患者发生HCC的独立危险因素。对于尚无临床肝硬化表现的CHB患者,TE可识别处于发生HCC高风险状态的亚临床肝硬化(LSM  $> 13.0$  kPa)患者,可有效预测HCC的发生<sup>[33]</sup>。陈松海等<sup>[34]</sup>应用年龄、LSM及甲胎蛋白建立的早期无创预警模型可提高HCC早期诊断率,为HCC患者提供早期治疗干预的机会。

**3.7.3 TE对慢性肝病患者不良预后的预测** 研究表

明, FibroScan与肝纤维化标志物联合预测肝硬化患者病死的ROC曲线下面积为0.881<sup>[35]</sup>。LSM值预测肝癌患者肝切除术后肝衰竭发生的ROC曲线下面积为0.849, 敏感度为91.40%, 特异度为69.40%; LSM < 11.0 kPa者3年无瘤生存率和总生存率(87.76%)均显著高于LSM ≥ 11.0 kPa者, 提示FibroScan可用于评估肝癌患者肝切除术后的预后状态和预测患者生存情况<sup>[36]</sup>。LSM值、血miR-21与乙型肝炎肝硬化患者肝脏纤维化程度密切相关, 是患者病死的独立危险因素, 联合检测可为临床评估预后提供参考<sup>[37]</sup>。Corpechot等<sup>[19]</sup>研究表明, 每年LSM值增加> 2.1 kPa的PBC患者肝硬化失代偿、肝移植及病死风险增加8.4倍, 提示基线LSM及随访中LSM持续升高是预后不良的预测因素。

#### 4 TE技术与血清学诊断模型的比较及联合应用

综合多项纤维化指标构建的血清学诊断模型具有无创、可重复检测、便于随访等优点, 但也存在缺点, 如对这些模型的使用尚缺乏统一标准、诊断的可靠性尚不明确、计算较烦琐等。相比之下, FibroScan测量的是一个客观的、与肝脏直接相关的物理学参数。Colletta等<sup>[38]</sup>发现, 在ALT、AST正常的CHC患者中, FibroScan鉴别显著肝纤维化的效果优于FibroTest。近来, 有些学者建议将FibroScan与血清生物化学指标联合应用, 将有助于提高其诊断价值。Castéra等<sup>[39]</sup>对183例CHC患者进行的前瞻性研究表明FibroScan与FibroTest联合应用的诊断效率最高, 诊断Metavir评分F2、F4的ROC曲线下面积分别为0.88、0.95, 通过联合检测可使84%~95%的患者避免行肝穿刺活检。Cheng等<sup>[40]</sup>以CHB患者为基础, 构建了包含LSM和PLT两个参数的新肝纤维化无创诊断模型, 研究显示该模型在CHB肝纤维化诊断中有很好的应用前景, 在显著肝纤维化的诊断中应用价值更佳。

#### 5 TE技术的应用前景

FibroScan评估慢性肝病肝纤维化的有效性已得到临床实践的证实, 虽然目前无法完全替代肝组织学检查, 但随着TE技术的不断发展, 其将有很好的应用前景。肝纤维化无创诊断的新方法还在进一步研究和探索中。基于肝脏弹性检测方法的优化、将TE与血清生物化学指标联合应用于肝纤维化的无创诊断将会是未来研究的重要方向。

#### 参考文献

[1] 袁利超, 邵金华, 郝美娜, 等. 肝脏硬度测定仪FibroTouch与FibroScan和肝脏病理分期的相关性[J]. 中华肝脏病杂志, 2014, 22(6): 425-429.

[2] European Association for Study of Liver, Asociacion Latinoamericana para el Estudio del Hgado. EASL-ALEH clinical practice guidelines: non-invasive tests for evaluation of liver disease severity and prognosis[J]. J Hepatol, 2015, 63(1): 237-264.

[3] 瞬时弹性成像技术(TE)临床应用共识专家委员会. 瞬时弹性成像技术(TE)临床应用专家共识(2015年)[J/CD]. 中国肝脏病杂志(电子版), 2015, 7(2): 12-18.

[4] SANDRIN I, FOURQUET B, HASQUENOPH J M, et al. Transient elastography: a new noninvasive method for assessment of hepatic fibrosis[J]. Ultrasound Med Biol, 2003, 29(12): 1705-1713.

[5] 仇丽霞, 梁珊, 范作鹏, 等. FibroScan对慢性丙型肝炎进展期肝纤维化的诊断价值及其影响因素[J]. 临床肝胆病杂志, 2019, 35(9): 1950-1953.

[6] VERGNIOL J, FOUCHER J, CASTERA L, et al. Changes of noninvasive markers and FibroScan values during HCV treatment[J]. J Viral Hepat, 2009, 16(2): 132-140.

[7] VERVEER C, ZONDERVAN P E, TEN KATE F J, et al. Evaluation of transient elastography for fibrosis assessment compared with large biopsies in chronic hepatitis B and C[J]. Liver Int, 2012, 32(4): 622-628.

[8] 高伟, 侯勇. 肝脏硬度值检测诊断慢性乙型肝炎患者肝组织纤维化的效能分析[J]. 实用肝脏病杂志, 2019, 22(5): 652-655.

[9] 孙蔚, 杨星. 瞬时弹性成像和声脉冲辐射力成像技术诊断慢性乙型肝炎肝纤维化的价值[J]. 肝脏, 2020, 25(5): 534-535.

[10] 吴智慧, 丁媛. 慢性乙型肝炎肝硬化患者恩替卡韦抗病毒干预后肝脏弹性成像定量变化观察[J]. 肝脏, 2020, 25(6): 630-632.

[11] 林姗姗, 萧焕明, 施梅姐, 等. Fibroscan与APRI对慢性乙型肝炎合并脂肪肝患者肝纤维化的诊断价值[J]. 中西医结合肝病杂志, 2018, 28(6): 357-360.

[12] 叶丽华, 王萌之, 陈佳, 等. 慢性乙型肝炎患者长期抗病毒治疗LSM和CAP值的变化及临床意义[J]. 肝脏, 2019, 24(12): 1412-1415.

[13] 姜春梅, 陈甜, 蒋桂华, 等. Fibroscan瞬时弹性扫描对恩替卡韦抗病毒疗效的动态观察[J]. 中国医学装备, 2019, 16(6): 57-59.

[14] 宁静, 姚明解, 刘树红, 等. 肝脏弹性测定对非酒精性脂肪性肝纤维化诊断价值的评估[J]. 中华肝脏病杂志, 2020, 28(7): 567-572.

[15] 付懿铭, 纪冬, 熊艺茹, 等. 肝脏弹性检测对非酒精性脂肪性肝炎肝纤维化分期的诊断效能[J]. 解放军医学杂志, 2019, 44(8): 671-675.

[16] 宋旭光, 何玉冰. 瞬时弹性成像在NAFLD患者肝纤维化和脂肪变性检测中的临床应用[J]. 肝脏, 2020, 25(5): 536-538.

[17] GAIA S, CARENZI S, BARILLI A L, et al. Reliability of transient elastography for the detection of fibrosis in non-alcoholic fatty liver disease and chronic viral hepatitis[J]. J Hepatol, 2011, 54(1): 64-71.

[18] THIELE M, DETLEFSEN S, SEVELSTED MOLLER L, et al. Transient and 2-dimensional shear-wave elastography provide comparable assessment of alcoholic liver fibrosis and cirrhosis[J]. Gastroenterology, 2016, 150(1): 123-133.

[19] CORPECHOT C, CARRAT F, POUJOL-ROBERT A, et al. Noninvasive elastography-based assessment of liver fibrosis progression and prognosis in primary biliary cirrhosis[J]. Hepatology, 2012, 56(1): 198-208.

[20] CORPECHOT C, GAOUAR F, NAGGAR A E, et al. Baseline values and changes in liver stiffness measured by transient elastography are associated with severity of fibrosis and outcomes of patients with primary sclerosing cholangitis[J]. Gastroenterology, 2014, 146(4): 970-979.

[21] 邵清, 纪冬, 熊艺茹, 等. 瞬时弹性成像对药物性肝损伤肝纤维化分期的诊断效能[J]. 解放军医学杂志, 2019, 44(8): 690-694.

[22] SINI M, SORBELLO O, CIVOLANI A, et al. Non-invasive assessment of hepatic fibrosis in a series of patients with Wilson's

- disease[J]. Dig Liver Dis,2012,44(6):487-491.
- [23] 韩浩, 诸葛宇征, 杨建, 等. 超声联合剪切波弹性成像技术在土三七致肝窦阻塞综合征中的应用[J/CD]. 中国肝脏病杂志(电子版),2018,10(4):84-89.
- [24] 何创业, 吕勇, 陈辉, 等. 瞬时弹性成像技术在诊断特发性门静脉高压症中的价值[J]. 中华肝脏病杂志,2018,26(4):310-312.
- [25] 王妍, 金仲群, 马晓玲. FibroScan瞬时弹性成像测定肝脏和脾脏硬度值预测肝硬化相关EVB的价值分析[J]. 医学影像学杂志,2019,29(12):2059-2062.
- [26] 贾恩亮, 李瑛琪, 董文娟, 等. 肝脏及脾脏剪切波弹性成像评价乙型肝炎后肝硬化患者食管胃底静脉曲张程度的研究[J]. 中国超声医学杂志,2020,36(12):1097-1100.
- [27] 林欣, 尚国臣, 齐翠花, 等. 利用瞬时弹性成像技术对肝脏、脾脏硬度的测定及其与肝硬化食管静脉曲张程度的关系[J]. 中华消化杂志,2018,38(2):129-131.
- [28] KIM B K, HAN K H, PARK J Y, et al. A liver stiffness measurement based, noninvasive prediction model for high-risk esophageal varices in B-viral liver cirrhosis[J]. Am J Gastroenterol,2010,105(6):1382-1390.
- [29] KIM B K, KIM DO Y, HAN K H, et al. Risk assessment of esophageal variceal bleeding in B-viral liver cirrhosis by a liver stiffness measurement-based model[J]. Am J Gastroenterol,2011,106(9):1654-1662.
- [30] 李娟, 沈有秀, 杨永耿, 等. 肝脏瞬时弹性成像技术及血清肝纤维化指标在肝硬化中的评估作用[J]. 肝脏,2019,24(11):1285-1287.
- [31] 高波, 于晓昌, 傅晓明. 剪切波弹性成像测量肝脏硬度与 Child-Pugh 分级之间的关系[J]. 现代消化及介入诊疗,2020,25(9):1247-1251.
- [32] WANG H M, HUNG C H, LU S bN, et al. Liver stiffness measurement as an alternative to fibrotic stage in risk assessment of hepatocellular carcinoma incidence for chronic hepatitis C patients[J]. Liver Int,2013,33(5):756-761.
- [33] KIM M N, KIM S U, KIM B K, et al. Increased risk of hepatocellular carcinoma in chronic hepatitis B patients with transient elastography-defined subclinical cirrhosis[J]. Hepatology,2015,61(6):1851-1859.
- [34] 陈松海, 纪冬, 胡志军, 等. 瞬时弹性成像联合甲胎蛋白对肝细胞癌的早期预警价值[J]. 肝脏,2019,24(1):20-23.
- [35] 张文利, 董家琪, 周柱玉, 等. FibroScan弹性值与肝纤维化标志物在肝硬化患者中的关系及预后预测价值分析[J]. 分子诊断与治疗杂志,2020,12(6):781-785.
- [36] 陈亮, 刘东杰, 周旭, 等. 剪切波弹性成像测量肝硬度值对肝癌患者肝切除术后预后评估[J]. 中国老年学杂志,2020,40(10):2062-2065.
- [37] 栗红江, 胡素玲, 何久胜, 等. 瞬时弹性成像技术(FibroScan)检测和血 miR-21水平与乙型肝炎肝硬化患者肝脏纤维化程度的关系及对预后的预测[J]. 影像科学与光化学,2020,38(6):956-961.
- [38] COLLETTA C, SMIRNE C, FABRIS C, et al. Value of two noninvasive methods to detect progression of fibrosis among HCV carriers with normal aminotransferases[J]. Hepatology,2005,42(4):838-845.
- [39] CASTÉRA L, VERGNIOL J, FOUCHER J, et al. Prospective comparison of transient elastography, Fibrotest, APRI, and liver biopsy for the assessment of fibrosis in chronic hepatitis C[J]. Gastroenterology, 2005,128(2):343-350.
- [40] CHENG D Y, ZHAO Y Y, LUO S, et al. Exploration and verification of liver fibrosis non-invasive diagnostic model in patients with chronic hepatitis B[J]. Int J Clin Exp Med,2016,9(8):16110-16117.

收稿日期: 2021-01-26

程丹颖, 李贵, 纪世博, 等. 瞬时弹性成像技术在肝纤维化无创诊断中的应用[J/CD]. 中国肝脏病杂志(电子版), 2021,13(4):9-13.