

## · 综述 ·

## 二维剪切波弹性成像在胆道闭锁中的研究进展

丁彩琳 陈亚军

国家儿童医学中心,首都医科大学附属北京儿童医院普外科,北京 100045

通信作者:陈亚军,Email:chenyajunmd@aliyun.com



全文二维码

**【摘要】** 胆道闭锁(biliary atresia, BA)是一种婴儿期严重肝胆疾病,如不及时手术治疗,患儿将于2岁前死于严重终末期肝病。BA病因不明,有超过50%的患儿需肝移植。尽早诊断及准确评估肝纤维化程度对BA治疗方式的选择及预后的评估和改善有重要意义。二维剪切波弹性成像(two-dimensional shear wave elastography, 2D-SWE)作为目前临床上最先进的超声弹性成像技术(ultrasound elastography, UE)之一,在诊断BA和无创评价BA肝纤维化程度方面受到越来越多的关注。相比于肝活检,其具有便捷、无创、可重复性高等优势。本文对2D-SWE在BA中的研究进展进行综述。

**【关键词】** 胆道闭锁/诊断; 超声检查; 弹性成像技术

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202011032-014

### Overview of two-dimensional shear wave elastography in biliary atresia

Ding Cailin, Chen Yajun

National Center for Children's Health, Capital Medical University, Department of General Surgery, Beijing Children's Hospital, Beijing 100045, China

Corresponding author: Chen Yajun, Email: chenyajunmd@aliyun.com

**【Abstract】** Biliary atresia (BA) is a severe hepatobiliary disease in infancy. If not operated timely, infants die of severe end-stage liver disease before an age of two. At present, the etiology of BA has remained unknown and eventually over 50% of children require liver transplantation. Early diagnosis and accurate assessment of the degree of liver fibrosis are vital for selecting treatments, gauging improvements and prognostic evaluations. As one of the most advanced clinical ultrasound elastography (ultrasound elastography, UE), two-dimensional shear wave elastography (2D-SWE), is employed for diagnosing BA and non-invasively evaluating liver fibrosis. Compared with liver biopsy, it offers the advantages of convenience, non-invasiveness and high reproducibility. This review summarized the latest researches of 2D-SWE for BA.

**【Key words】** Biliary Atresia/DI; Ultrasonography; Elasticity Imaging Techniques

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202011032-014

胆道闭锁(biliary atresia, BA)是一种婴儿期严重肝胆疾病,如不及时手术治疗,患儿将于2岁前死于严重终末期肝病<sup>[1]</sup>。目前,BA患儿的外科治疗原则为序贯性治疗,即先行Kasai手术改善胆汁引流,出现肝移植指征时再行肝移植手术<sup>[2]</sup>。尽早诊断和准确评估BA患儿肝纤维化程度是判断其预后、选择治疗方案及评价手术效果的关键<sup>[3]</sup>。目前BA病因不明,有超过50%的患儿需肝移植<sup>[4]</sup>。Kasai手术日龄影响BA患儿的预后已成为共识。指南推荐BA的确诊方式是手术探查及术中胆道造影,辅以肝组织活检<sup>[2]</sup>。超声作为一种无创检查手段,可用于BA的早期筛查及辅助诊断,对于改善BA患儿预后具有重要意义<sup>[2]</sup>。目前判定肝纤维化程度的金标准为肝活检,但由于其侵入性、可能出现严重并发症及存在抽样误差等缺点而无法在监测和动态评估肝纤维化中被广泛采用<sup>[5]</sup>。无创评价肝纤维化成为近年来的研究热

点,超声弹性成像技术(ultrasound elastography, UE)便是其中一种。

二维剪切波弹性成像(two-dimensional shear wave elastography, 2D-SWE)是目前临床上较先进的UE之一,相比于其他弹性成像技术,其最大的优势在于能在常规超声检测的同时实时、定量、直观地显示肝脏硬度(liver stiffness measurement, LSM),完成对慢性肝病患者肝脏的“一站式”评估<sup>[6-7]</sup>。相比于目前应用最为广泛的瞬时弹性成像(transient elastography, TE),2D-SWE不但适用范围更广、检测成功率更高,而且诊断肝纤维化的效能不亚于TE<sup>[5-11]</sup>。本文对2D-SWE在BA中的研究进展进行综述。

#### 一、超声弹性成像技术分类

超声弹性成像技术(ultrasound elastography, UE)的基本原理是通过不同的方式使组织内产生形变或速度的变化,从

而根据获得的弹性值来评估组织的硬度<sup>[12-13]</sup>。欧洲生物医学超声学会(European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology, EFSUMB)发布的临床 UE 应用指南与建议(2017)将其分为准静态弹性成像和动态弹性成像两大类<sup>[13]</sup>。前者包括应变率成像(strain rate imaging, SRI)和应变弹性成像(strain elastography, SE),后者包括瞬时弹性成像(transient elastography, TE)、声辐射力脉冲成像(acoustic radiation force impulse, ARFI)、二维剪切波弹性成像(two-dimensional shear wave elastography, 2D-SWE)和点剪切波弹性成像(point shear wave elastography, PSWE)。世界超声医学和生物学联合会(World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology, WFUMB)发布的肝脏超声弹性成像临床应用指南(2015)将其分为 TE、ARFI 和 SE 三大类;其中 ARFI 技术包括 PSWE 和 2D-SWE<sup>[14]</sup>。

准静态弹性成像因为无法确切知道通过超声探头对组织内部所施加的压力值,所以无法通过计算得出杨氏模量值,故无法对组织弹性进行定量评价。基于剪切波的动态弹性成像技术可以通过杨氏模量值,对组织弹性做出定量评价。以上技术目前临床上应用最为广泛的是 2003 年进入临床的 TE,国内外都已发布相关指南推荐 TE 用于评价慢性肝病患者肝纤维化程度<sup>[15-19]</sup>。但是,TE 存在局限性,如在肥胖(BMI $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>)、腹水或肋间隙狭窄的患者中应用受到限制,且由于其缺少常规超声图像参照,难以有效避开血管、胆管等结构的干扰,失败率较高<sup>[7-8,20]</sup>。文献报道 TE 在 <2 岁的儿童中失败率高达 17%<sup>[21]</sup>。2D-SWE 是目前临床上应用的新一代 UE,其能够在灰阶超声的指示下实时定量地检测组织弹性。相比于 TE,其适用范围更广,检测成功率更高<sup>[6,21]</sup>。

#### (一)2D-SWE 技术原理简介

2D-SWE 属于动态弹性成像中的一种,是在 ARFI 技术的基础上加以改进而成。探头通过声辐射力在组织不同深度连续聚焦,由于“马赫锥”原理,被聚焦部位的组织产生横向剪切波,再通过超高速成像技术探测剪切波,得到剪切波在组织内的传播速度(m/s),同时根据公式转化为杨氏模量值(Pa 或 kPa),以彩色编码技术实时显示被检测组织的弹性图<sup>[6,13,20]</sup>。2D-SWE 通过调节感兴趣区(region of interest,

ROI)的部位和大小实现 LSM 的获取。被检测组织硬度越高,其相应的杨氏模量值越大。

#### (二)2D-SWE 测量结果的影响因素

如上所述,组织硬度是影响 2D-SWE 测量的主要因素,基于此,2D-SWE 测得的 LSM 可以反映肝脏硬度。但临床中还有一些不可避免的混杂因素会影响 2D-SWE 检测结果的准确性<sup>[12,22-23]</sup>。对检测者而言,不同型号的仪器及探头得到的 LSM 是不同的,不能直接比较<sup>[5,6,11-13]</sup>。测量的部位、深度、ROI 的直径、测量次数、取值方式也会影响 LSM 的结果<sup>[6,13,22-23]</sup>。目前在肝脏中行 2D-SWE 测量的多是肝 V 或 VI 段、深度距肝包膜 0.3~3 cm、ROI 直径 1.0~2.5 cm、测量 3~10 次,取中位数或者均值<sup>[6-7,21,24-27]</sup>。建议各研究中心选择经过专业培训的人员严格按照统一技术标准行 2D-SWE 检查<sup>[6,13]</sup>。对被检测者而言,体位、是否空腹、安静状态或运动后、呼吸状态、肥胖等均会影响 LSM 的测量<sup>[6,13,23]</sup>。儿童需空腹 3 h 以上、仰卧位、平静呼吸状态下测量<sup>[6-7,25]</sup>。除此以外,2D-SWE 测量肝脏硬度还会受到肝脏脂肪变性、肝脏炎症状态、胆汁淤积、肝脏内血容量等因素的影响<sup>[6,10,13,23,25]</sup>。

#### 二、2D-SWE 在 BA 诊断中的应用

BA 患儿肝脏的病理表现包括胆管增生及炎症反应,伴随肝内纤维组织进行性增生<sup>[2]</sup>。其肝硬度与正常婴幼儿及其他胆汁淤积性疾病患者存在明显差异<sup>[20]</sup>。国内外已有多项研究证实了 2D-SWE 用于 BA 诊断的可行性(表 1)<sup>[28-36]</sup>。文献报道 2D-SWE 用于诊断 BA 的中位年龄在 27~75 d。单独使用 2D-SWE 诊断 BA 的 ROC 曲线下面积(area under the curve, AUC)为 0.787~0.997,灵敏度为 59.5%~100%,特异度为 66.7%~100%<sup>[28-29,33-34,36]</sup>。但不同超声系统及探头的最佳诊断界值存在差异,不能一概而论,指南建议在明确慢性肝病具体病因之前,应结合腹部常规 B 超结果对 LSM 的检查结果进行解释<sup>[13]</sup>。此外,研究还发现将 2D-SWE 和血液学指标(GGT 和 ALT<sup>[29]</sup>)、灰阶超声结果结合用于诊断 BA,较单独使用 2D-SWE 诊断 BA 有更好的诊断效能<sup>[28]</sup>。

#### 三、2D-SWE 在评价 BA 肝纤维化中的应用

肝纤维化进行性加重是导致 BA 预后不良的重要原因之一。及时准确地评估术前肝纤维化程度是制定治疗方案、预

表 1 2D-SWE 诊断 BA 的相关文献资料

Table 1 Diagnostic performance of 2D-SWE for diagnosing BA

年份	作者	总例数	BA 组 (n)	非 BA 组 (n)	阈值 (kPa)	AUC	敏感性 (%)	特异性 (%)	仪器	探头型号	频率 (MHz)
2019	Dillman <sup>[29]</sup>	41	13	28	1.84 <sup>a</sup>	0.89	92.3	78.6	Acuson S2000/3000	9L4 线阵	-
2016	Wang <sup>[31]</sup>	55	38	17	8.68	0.997	97.4	100	Aixplorer	L15-4 线阵	-
2019	Duan <sup>[28,37]</sup>	138	51	87	12.35	0.937	84.3	89.7	Toshiba Aplio500	14L5 线阵	10~14
2017	Zhou <sup>[32]</sup>	172	97	75	10.2	0.79	81.4	66.7	Aixplorer	SL15-4 线阵	4~15
2018	段星星 <sup>[33]</sup>	85	42	43	12.9	0.787	59.5	88.4	Toshiba Aplio500	14L5 线阵	10~14
2019	秦敏 <sup>[34]</sup>	86	45	41	12.85	0.879	60.5	89.2	GE LOGIQ E9	11L-D 线阵	4~15
2020	耿兴兰 <sup>[35]</sup>	72	38	34	12.8	0.83	73.4	88.7	Aixplorer	-	4~15
2019	刘琴 <sup>[36]</sup>	24	12	12	8.85	0.899	100	75	Aixplorer	SC6-1 凸探	1~6
					7.6	0.833	92	75	Aixplorer	SL10-2 线阵	2~10

注 单位为 m/s; - 文中未提及; 2D-SWE: 二维剪切波弹性成像(two-dimensional shear wave elastography); BA: 胆道闭锁(biliary atresia); AUC: 曲线下面积(area under the curve)

测 Kasai 手术疗效及预后的关键<sup>[3,38]</sup>。UE 能够通过 LSM 反映肝纤维化程度已经得到广泛认可<sup>[38]</sup>。目前国内外都已发布相关指南推荐其用于评价慢性肝病患者肝纤维化程度<sup>[6,16-19]</sup>。但由于 2D-SWE 技术的新颖性以及 BA 相对于病毒性肝炎的少见性,目前直接验证 2D-SWE 评价 BA 肝纤维化的可行性研究较少<sup>[25]</sup>。

Tutar 等<sup>[25]</sup>通过对 76 例慢性肝病患者(其中包括 4 例 BA)的 LSM(仪器型号 Aixplorer, SC6-1 凸阵探头)及肝脏病理结果的分析,证实了 2D-SWE 可以检测出儿童肝脏有无肝纤维化。当最佳截断值为 10.6 kPa 时,区分存在肝纤维化(F1-4)和无肝纤维化的 AUC 为 0.95,灵敏度为 91.5%,特异度为 94.0%,但无法将基于 Brunt 评分的肝纤维化准确分期。同样,Dillman 等<sup>[39]</sup>通过对 62 例慢性肝病患者(其中包括 8 例 BA)的 LSM[仪器型号 Acuson S3000,9L4 探头(4.0~5.7 MHz)]及肝脏病理结果(Ishak 评分)的分析,证实 2D-SWE 可以检测到有无肝纤维化但无法分期。当最佳截断值为 2.15 m/s 时,区分无或轻度纤维化(F0-2)与中重度纤维化(F3-6)的 AUC 为 0.86,灵敏度为 67%,特异度为 97%。

Chen 等<sup>[7]</sup>对 24 例 BA 患者的 LSM[仪器型号 Aixplorer, SC6-1 凸阵探头(1~6 MHz)]及肝脏病理结果进行分析,发现 LSM 与肝纤维化分期(METAVIR 评分)呈正相关( $r=0.762$ )。当最佳截断值为 9.4 kPa 时,区分无或轻度纤维化(F0-1)与中重度纤维化(F2-4)的 AUC 为 0.79,灵敏度为 80.0%,特异度为 73.7%。段星星等<sup>[40]</sup>以 Kasai 术中获取肝组织病理结果为金标准,通过对 49 例经手术及病理确诊的 BA 患者术前行 2D-SWE(仪器型号 Toshiba Aplio 500,14L5 线阵探头,频率 10~14 MHz),证实 LSM 与肝纤维化程度呈正相关( $r=0.779$ );最佳截断值取 14.45 kPa 时,鉴别肝硬化的 AUC 为 0.914,灵敏度为 85.7%,特异度为 89.3%。Franchi 等<sup>[5]</sup>通过对 45 例慢性肝病患者(其中包括 11 例 BA)的 LSM[仪器型号 Aixplorer,SL15-4 线阵探头(4~15 MHz)和 SC6-1 凸阵探头(1~6 MHz)]及肝脏病理结果进行分析,证实 2D-SWE 能够对儿童早期肝纤维化进行准确评估(AUC 为 0.90~0.99),且能够将 88.5%~96.8% 的婴儿和儿童肝纤维化按照 METAVIR 评分系统对其肝纤维化阶段正确分类。

由于以上研究样本量均较小,且不同仪器及探头得到的 LSM 不能直接比较,目前各项研究得到的 2D-SWE 评价 BA 肝纤维化分期的具体界值均有差异<sup>[12,41]</sup>。加之肝脂肪变性,炎症程度、胆汁淤积、肝内血容量等也会影响 LSM,因此解释 LSM 时,应关注患者的临床表现及 ALT(可反映肝脏炎症程度)、TB(可反映胆汁淤积情况)等血清学指标综合考量<sup>[13,23]</sup>。

#### 四、2D-SWE 在评价 BA 预后中的应用

术前准确评价 BA 患儿预后对于手术方式的选择(Kasai 手术或肝移植)有重要意义。已有研究证实 2D-SWE 可用于预测 BA 患儿预后<sup>[7,27]</sup>。Caruso 等<sup>[27]</sup>通过对 24 例 BA 患儿 LSM(仪器型号 RS85 Samsung,CA1-7A 凸阵探头)、超声、MRI 以及 Kasai 术后预后进行分析,发现 LSM 与自体肝生存(n-

ative liver survivor,NLS)相关。当取最佳截断值 9.6 kPa 时,判断 Kasai 术后预后理想与否(理想状态定义为实验室指标正常,没有慢性肝病相关并发症)的 AUC 为 0.82,灵敏度 55.6%,特异度为 100%。Wang 等<sup>[24]</sup>基于 158 例 BA 患者 LSM(仪器型号 Aixplorer,SL15-4 线阵探头)、年龄、GGT 和 APRI 评分开发出组合列线图模型,可以在 Kasai 术前预测 NLS 时间。该研究建议,当 LSM>23.1 kPa 且合并下列任意一项及以上指标时,应考虑不行 Kasai 术,而直接行肝移植术:年龄>81 d,APRI>2.1 或 GGT<1 056 U/L,患者 NLS>1 年的概率小于 50%。Yokoyama 等<sup>[26]</sup>通过对 34 例 BA 患儿进行脾脏硬度(spleen stiffness,SS)测量(仪器型号 Aplio i900,i8CX1 探头)及内镜检查发现,2D-SWE 能够准确预测 BA 患儿有无高危食管静脉曲张,最佳截断值取 4.12 m/s 时,区分 BA 患者是否发生高危食管静脉曲张的 AUC 为 0.900,灵敏度 92.9%,特异度为 90.0%。Gu 等<sup>[42]</sup>通过对 152 例等待肝移植的 BA 患者的 LSM(仪器型号 Aixplorer,SL15-4 线阵探头,频率 4~5 MHz)、常规超声及血液学指标进行分析发现,2D-SWE 可用于评估等待肝移植的 BA 患者的优先程度。

#### 五、前景与展望

2D-SWE 作为一种无创、新颖、便捷、可重复性高的检查手段,在 BA 中有很好的临床应用前景。但目前尚无相关应用共识和指南发布,可能是因为高质量的研究仍较少,不同超声系统的结果不能直接比较。未来的研究中需要研究者客观提供包括成像技术、研究对象、研究环境、混杂因素、操作者信息及研究参照标准等详细信息,以便从目前遵循仪器制造商的建议转向未来按照统一技术规范行 2D-SWE 检查<sup>[38]</sup>。另外,验证 2D-SWE 评价 BA 肝纤维化时,目前大多数研究采用的参照标准为 Metavir、Ishak 或 Brunt 病理评分。此种方法可能存在一定局限,一方面以上评分系统并不是针对 BA 开发的;另一方面其结果为等级资料,与 2D-SWE 获取 LSM 并不能最佳匹配<sup>[21]</sup>。未来的研究中可采用新型的完全量化的病理技术,例如计算机辅助天狼星红染色组织切片的数字化分析,将更有益于评价 BA 患者的肝纤维化<sup>[21]</sup>。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 文献检索、论文调查和撰写为丁彩琳,论文设计与指导为陈亚军

#### 参 考 文 献

- [1] Hartley JL, Davenport M, Kelly DA. Biliary atresia[J]. Lancet, 2009,374(9702):1704-1713. DOI:10.1016/S0140-6736(09)60946-6.
  - [2] 中华医学会小儿外科学分会肝胆外科学组,中国医师协会器官移植医师分会儿童器官移植学组.胆道闭锁诊断及治疗指南(2018 版)[J].中华小儿外科杂志,2019,40(5):392-398. DOI:10.3760/ema.j.issn.0253-3006.2019.05.003.
- Group of Liver Surgery, Branch of Pediatric Surgery, Chinese Medical Association; Group of Pediatric Organ Transplantation, Branch of Organ Transplant Surgeons, Chinese Medical Doctor Association; Guidelines for Diagnosing and Treating Biliary Atre-



- sia (2018 Edition) [J]. Chin J Ped Surg, 2019, 40 (5): 392-398. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2019.05.003.
- [3] 沈秋龙, 陈亚军, 王增萌, 等. 瞬时弹性成像应用于胆道闭锁肝纤维化评估的研究[J]. 中华小儿外科杂志, 2014, 35 (4): 275-279. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2014.04.009. Shen QL, Chen YJ, Wang ZM, et al. Assessment of liver fibrosis with transient elastography in biliary atresia [J]. Chin J Ped Surg, 2014, 35 (4): 275-279. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2014.04.009.
- [4] Fanna M, Masson G, Capito C, et al. Management of biliary atresia in France 1986 to 2015: long-term results [J]. J Ped Gas Nutr, 2019, 69 (4): 416-424. DOI: 10.1097/MPG.0000000000002446.
- [5] Franchi-Abella S, Corno L, Gonzales E, et al. Feasibility and diagnostic accuracy of supersonic shear-wave elastography for the assessment of liver stiffness and liver fibrosis in children: a pilot study of 96 patients [J]. Radiology, 2016, 278 (2): 554-562. DOI:10.1148/radiol.2015142815.
- [6] 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. DOI:10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2017.11.001. Expert Group on Elastography Evaluation of Liver Fibrosis, Interventional Ultrasound Group, Branch of Ultrasound Medicine, Chinese Medical Association; Guidelines for Clinical Application of Two-dimensional Shear Wave Elastography in Assessing Liver Fibrosis in Chronic Hepatitis B [J]. Chi J Ult, 2017, 26 (11): 921-927. DOI:10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2017.11.001.
- [7] Chen S, Liao B, Zhong Z, et al. Supersonic shearwave elastography in the assessment of liver fibrosis for postoperative patients with biliary atresia [J]. Sci Rep, 2016, 6: 31057. DOI: 10.1038/srep31057.
- [8] Cassinotto C, Lapuyade B, Mouries A, et al. Non-invasive assessment of liver fibrosis with impulse elastography: comparison of Supersonic Shear Imaging with ARFI and FibroScan (R) [J]. J Hepatol, 2014, 61 (3): 550-557. DOI: 10.1016/j.jhep.2014.04.044.
- [9] Thiele M, Detlefsen S, Sevelsted ML, 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. DOI: 10.1053/j.gastro.2015.09.040.
- [10] Guo H, Liao M, Jin J, et al. How intrahepatic cholestasis affects liver stiffness in patients with chronic hepatitis B: a study of 1197 patients with liver biopsy [J]. Eur Rad, 2020, 30 (2): 1096-1104. DOI:10.1007/s00330-019-06451-x.
- [11] Mjelle AB, Mulabecirovic A, Havre RF, et al. Normal liver stiffness values in children: a comparison of three different elastography methods [J]. J Ped Gas Nutr, 2019, 68 (5): 706-712. DOI: 10.1097/MPG.0000000000002320.
- [12] 姚桃月, 陈文娟, 段星星, 等. 超声弹性成像在儿童肝病中的应用进展[J]. 中国医学影像学杂志, 2020, 28 (2): 146-149. DOI:10.3969/j.issn.1005-5185.2020.02.018. Yao TY, Chen WJ, Duan XX, et al. Recent advances in applications of ultrasound elastography for hepatic diseases in children [J]. Chinese Journal of Medical Imaging, 2020, 28 (2): 146-149. DOI: 10.3969/j.issn.1005-5185.2020.02.018.
- [13] 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]. Ult Med, 2017, 38 (4): e16-e47. DOI:10.1055/s-0043-103952.
- [14] Ferraioli G, Filice C, Castera L, et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 3: liver [J]. Ult Med Biol, 2015, 41 (5): 1161-1179. DOI:10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.007.
- [15] Sandrin L, Fourquet B, Hasquenoph JM, et al. Transient elastography: a new noninvasive method for assessment of hepatic fibrosis [J]. Ult Med Biol, 2003, 29 (12): 1705-1713. DOI:10.1016/j.ultrasmedbio.2003.07.001.
- [16] 中国肝炎防治基金会, 中华医学会感染病学分会, 中华医学会肝病学会分会和中国研究型医院学会肝病专业委员会. 瞬时弹性成像技术诊断肝纤维化专家共识 (2018 年更新版) [J]. 中华肝脏病杂志, 2019, 27 (3): 182-191. DOI:10.3760/cma.j.issn.1007-3418.2019.03.004. China Hepatitis Prevention & Control Foundation, Infectious Diseases Branch of Chinese Medical Association, Hepatology Branch of Chinese Medical Association & Hepatology Professional Committee of Chinese Research Hospital Association; Consensus on Clinical Application of Transient Elastography Detecting Liver Fibrosis: a 2018 Update [J]. Chinese Journal of Hepatology, 2019, 27 (3): 182-191. DOI:10.3760/cma.j.issn.1007-3418.2019.03.004.
- [17] 曹建彪, 陈永平, 成军, 等. 瞬时弹性成像技术 (TE) 临床应用专家共识 (2015 年) [J]. 中国肝脏病杂志 (电子版), 2015, 7 (2): 12-18. DOI:10.3969/j.issn.1674-7380.2015.02.002. Cao JB, Chen YP, Chen J, et al. Expert Consensus on Clinical Applications of Transient Elastography (2015 Edition) [J]. Chinese Journal of Liver Diseases (Electronic Version), 2015, 7 (2): 12-18. DOI:10.3969/j.issn.1674-7380.2015.02.002.
- [18] Kemp W, Levy M, Weltman M, et al. Australian Liver Association (ALA) expert consensus recommendations for the use of transient elastography in chronic viral hepatitis [J]. J Gastroenterol Hepatol, 2015, 30 (3): 453-462. DOI:10.1111/jgh.12865.
- [19] Shiha G, Ibrahim A, Helmy A, et al. Asian-Pacific Association for the Study of the Liver (APASL) consensus guidelines on invasive and non-invasive assessment of hepatic fibrosis: a 2016 update [J]. Hep Int, 2017, 11 (1): 1-30. DOI:10.1007/s12072-016-9760-3.
- [20] 姜璟, 郑珊. 剪切波弹性成像在胆道闭锁术前诊断及预后评估的现状和进展 [J]. 中华小儿外科杂志, 2019, 40 (7): 660-664. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2019.07.017. Jiang J, Zhen S. Overview of shear wave elastography in the diagnosis and prognostic evaluation of biliary atresia [J]. Chin J Pediatr Surg, 2019, 40 (7): 660-664. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2019.07.017.
- [21] Franchi-Abella S, Corno L, Gonzales E, et al. Feasibility and diagnostic accuracy of supersonic shear-wave elastography for the assessment of liver stiffness and liver fibrosis in children: a pilot study of 96 patients [J]. Radiology, 2016, 278 (2): 554-562. DOI:10.1148/radiol.2015142815.
- [22] 汪惠鹏, 王学梅, 刘艳君, 等. 实时二维剪切波弹性成像测量肝脏弹性值的影响因素研究进展 [J]. 中华医学超声杂志 (电子版), 2016, 13 (9): 718-720. DOI:10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2016.09.017. Wang HP, Wang XM, Liu YJ, et al. Recent advances in researches of influencing factors of real-time two-dimensional shear wave elastography for measuring liver stiffness [J]. Chinese Journal of Medical Ultrasound (Electronic Edition), 2016, 13 (9): 718-720. DOI:10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2016.09.017.
- [23] 王红卫. 肝脏剪切波弹性成像影响因素的研究进展 [J]. 中国

- 医学影像技术, 201, 32(9):1452-1456. DOI:10.13929/j.1003-3289.2016.09.034.
- Wang HW. Advances of influence factors of liver shear wave elastography [J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2016, 32(9):1452-1456. DOI:10.13929/j.1003-3289.2016.09.034.
- [24] Wang G, Chen H, Xie X, et al. 2D shear wave elastography combined with age and serum biomarkers prior to Kasai surgery predicts native liver survival of biliary atresia infants [J]. J Intern Med, 2020, 288(5):570-580. DOI:10.1111/joim.13097.
- [25] Tutar O, Beser OF, Adaletli I, et al. Shear wave elastography in the evaluation of liver fibrosis in children [J]. J Pediatr Gastroenterol Nutr, 2014, 58(6):750-755. DOI:10.1097/MPG.0000000000000329.
- [26] Yokoyama S, Ishigami M, Honda T, et al. Spleen stiffness by 2-D shear wave elastography is the most accurate predictor of high-risk esophagogastric varices in children with biliary atresia [J]. Hepatol Res, 2019, 49(10):1162-1168. DOI:10.1111/hepr.13381.
- [27] Caruso M, Cuocolo R, Di Dato F, et al. Ultrasound, shear-wave elastography, and magnetic resonance imaging in native liver survivor patients with biliary atresia after Kasai portoenterostomy: correlation with medical outcome after treatment [J]. Acta Radiol, 2020, 61(10):1300-1308. DOI:10.1177/0284185120902379.
- [28] Duan X, Peng Y, Liu W, et al. Does supersonic shear wave elastography help differentiate biliary atresia from other causes of cholestatic hepatitis in infants less than 90 days old? Compared with grey-scale US [J]. Bio Res Int, 2019, 2019:9036362. DOI:10.1155/2019/9036362.
- [29] Dillman JR, Dipaola FW, Smith SJ, et al. Prospective assessment of ultrasound shear wave elastography for discriminating biliary atresia from other causes of neonatal cholestasis [J]. J Pediatr, 2019, 212:60-65. e3. DOI:10.1016/j.jpeds.2019.05.048.
- [30] Leschied JR, Dillman JR, Bilhartz J, et al. Shear wave elastography helps differentiate biliary atresia from other neonatal/infantile liver diseases [J]. Pediatr Radiol, 2015, 45(3):366-375. DOI:10.1007/s00247-014-3149-z.
- [31] Wang X, Qian L, Jia L, et al. Utility of Shear Wave Elastography for Differentiating Biliary Atresia From Infantile Hepatitis Syndrome [J]. J Ultrasound Med, 2016, 35(7):1475-1479. DOI:10.7863/ultra.15.08031.
- [32] Zhou LY, Jiang H, Shan QY, et al. Liver stiffness measurements with supersonic shear wave elastography in the diagnosis of biliary atresia: a comparative study with grey-scale US [J]. Eur Radiol, 2017, 27(8):3474-3484. DOI:10.1007/s00330-016-4710-y.
- [33] 段星星, 姚桃月, 彭娅, 等. 实时剪切波弹性成像对婴儿胆道闭锁的鉴别诊断价值 [J]. 中华超声影像学杂志, 2018, 27(2):151-154. DOI:10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2018.02.012.
- Duan XX, Yao TY, Peng Y, et al. Value of real-time shear wave elastography in the differential diagnosis infantile biliary atresia [J]. Chin J Ultrasound, 2018, 27(2):151-154. DOI:10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2018.02.012.
- [34] 秦敏. 肝脏超声实时剪切波弹性在早期诊断胆道闭锁中的价值探讨 [J]. 肝脏, 2019, 24(7):815-816. DOI:10.3969/j.issn.1008-1704.2019.07.032.
- Qin M. Value of hepatic real-time ultrasonic shear wave elastography in early diagnosis of biliary atresia [J]. Chinese Hepatology, 2019, 24(7):815-816. DOI:10.3969/j.issn.1008-1704.2019.07.032.
- [35] 耿兴兰, 王克军, 康有梁. 超声剪切波弹性成像技术对诊断婴儿胆道闭锁的临床价值 [J]. 肝脏, 2020, 25(8):873-875.
- Geng XL, Wang K, Kang YL. Clinical value of ultrasound shear wave elastography in the diagnosis of biliary atresia in infants [J]. Chinese Hepatology, 2020, 25(8):873-875.
- [36] 刘琴, 苏英姿, 任红雁, 等. 实时剪切波弹性成像在鉴别胆道闭锁和胆汁淤积的诊断价值 [J]. 中国临床医学影像杂志, 2019, 30(6):421-424. DOI:10.12117/jccmi.2019.06.011.
- Liu Q, Su YZ, Ren HY, et al. Application value of real-time shear wave elastography in the differential diagnosis of biliary atresia and cholestasis [J]. J Chi Clin Med, 2019, 30(6):421-424. DOI:10.12117/jccmi.2019.06.011.
- [37] 段星星, 彭娅, 刘凌萍, 等. 超声剪切波弹性成像技术对胆道闭锁筛查与诊断的临床价值分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2018, 17(11):821-825. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2018.11.005.
- Duan XX, Peng Y, Liu LP, et al. Value of shear wave elastography in differentiating biliary atresia from cholestatic hepatitis in infants [J]. J Clin Pediatr, 2018, 17(11):821-825. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2018.11.005.
- [38] Saftoiu A, Gilja OH, Sidhu PS, et al. The EFSUMB guidelines and recommendations for the clinical practice of elastography in non-hepatic applications: Update 2018 [J]. Ultraschall Med, 2019, 40(4):425-453. DOI:10.1055/a-0838-9937.
- [39] Dillman JR, Heider A, Bilhartz JL, et al. Ultrasound shear wave speed measurements correlate with liver fibrosis in children [J]. Pediatr Radiol, 2015, 45(10):1480-1488. DOI:10.1007/s00247-015-3345-5.
- [40] 段星星, 彭娅, 杨柳, 等. 剪切波弹性成像评估胆道闭锁 Kasai 术前肝纤维化程度 [J]. 中华超声影像学杂志, 2020, 29(2):143-148. DOI:10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2020.02.008.
- Duan XX, Peng Y, Yang L, et al. Value of shear wave elastography for evaluating hepatic fibrosis in infants with biliary atresia before Kasai portoenterostomy [J]. Chin J Ultrasound, 2020, 29(2):143-148. DOI:10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2020.02.008.
- [41] Kim JR, Suh CH, Yoon HM, et al. The diagnostic performance of shear-wave elastography for liver fibrosis in children and adolescents: A systematic review and diagnostic meta-analysis [J]. Eur Radiol, 2018, 28(3):1175-1186. DOI:10.1007/s00330-017-5078-3.
- [42] Gu LH, Gu GX, Fang H, et al. Shear wave elastography for evaluation of the urgency of liver transplantation in pediatric patients with biliary atresia [J]. Pediatr Transplant, 2020, 24(8):e13815. DOI:10.1111/ptr.13815.

(收稿日期:2020-11-20)

**本文引用格式:** 丁彩琳, 陈亚军. 二维剪切波弹性成像在胆道闭锁中的研究进展 [J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21(6):571-575. DOI:10.3760/cma.j.issn.1004-4477.202105001-014.

**Citing this article as:** Ding CL, Chen YJ. Overview of two-dimensional shear wave elastography in biliary atresia [J]. J Clin Pediatr, 2022, 21(6):571-575. DOI:10.3760/cma.j.issn.1004-4477.202105001-014.