

## ·专题·胆道闭锁早期诊断与治疗·

剪切波弹性成像诊断胆道闭锁价值的  
Meta 分析

全文二维码 开放科学码

姜璟瑾<sup>1</sup> 具钊汝<sup>2</sup> 孙颖华<sup>2</sup> 沈 桢<sup>1</sup> 陈 功<sup>1</sup> 郑 珊<sup>1</sup>

**【摘要】 目的** 对近年来公开报道的应用剪切波弹性成像诊断胆道闭锁的相关研究做一荟萃分析,初步评估剪切波弹性成像在诊断胆道闭锁中的价值。**方法** 根据检索式对中英文数据库文献进行检索,按研究纳入排除标准筛选文献,并使用 QUADAS-2 量表对纳入文献的质量进行评价。提取文献数据,拟合 SROC 曲线。**结果** 本荟萃分析共检索到相关文献 132 篇,按纳入与排除标准,最终纳入数据分析的研究共 7 项,结果提示剪切波弹性成像诊断胆道闭锁拟合 SROC 曲线下面积为 0.90 (95% CI:0.88~0.93),灵敏度为 84% (95% CI:72%~92%),特异度为 83% (95% CI:70%~91%)。**结论** 剪切波弹性成像诊断胆道闭锁的临床应用前景可观,但目前尚缺乏前瞻性、高质量的临床诊断试验,各研究间异质性较大,其诊断价值尚有待进一步验证。儿童剪切波弹性成像检测方法目前尚没有统一标准,有待进一步探索、完善。

**【关键词】** 超声检查;剪切波弹性成像;胆道闭锁/诊断;Meta 分析

**【中图分类号】** R657.4<sup>+</sup>4 R445.1

**Application of shear wave elastography for diagnosing biliary atresia: a Meta-analysis.** Jiang Jingying<sup>1</sup>, Ju Zhaoru<sup>2</sup>, Sun Yinghua<sup>2</sup>, Shen Zhen<sup>1</sup>, Chen Gong<sup>1</sup>, Zheng Shan<sup>1</sup>. 1. Department of Surgery; 2. Ultrasound Room, Children's Hospital of Fudan University, Shanghai 201102, China. Corresponding author: Zheng Shan, Email: szheng@shmu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To determine the value of shear wave elastography (SWE) in the diagnosis of biliary atresia (BA) through a meta-analysis of the relevant recent researches. **Methods** According to the retrieval criteria, the Chinese and English database literature was searched and the articles were screened and selected. The included literature was evaluated by the QUADAS-2 scale. The relevant data were extracted and SROC curve was plotted. **Results** A total of 132 relevant literatures were retrieved. Based upon the eligibility criteria, 7 studies were finally included for data analysis. The results showed that the area under the SROC curve of SWE for diagnosing BA was 0.90 (95% CI:0.88-0.93), the combined sensitivity 81% (95% CI:72%-92%) and the combined specificity 85% (95% CI:70%-91%). **Conclusion** SWE is valuable for diagnosing BA. However, there is still a lack of prospective and high-quality clinical diagnostic tests. The heterogeneity of previous studies is high so that the diagnostic value of SWE should be further verified. Meanwhile the method of SWE in children remains to be further improved and standardized.

**【Key words】** Ultrasonography; Shear Wave Elastography; Biliary Atresia/DI; Meta-Analysis

胆道闭锁 (biliary atresia, BA) 是新生儿期严重的肝胆外科疾病,由于肝内外胆管闭锁,导致肝内

胆汁淤积,进而肝脏出现进行性损害致纤维化,若不及时诊断及治疗,肝功能将会进行性衰竭,最终导致患者死亡<sup>[1]</sup>。胆道闭锁常以梗阻性黄疸、陶土样大便、进行性肝脾肿大为特征,但是有些胆汁淤积性疾病,包括 Alagille 综合征、家族进行性胆汁淤积等也常有类似的临床表现,这为临床诊断带来了巨大的挑战<sup>[2]</sup>。

剪切波弹性成像 (shear wave elastography, SWE) 是近年在二维超声成像基础上新发展的弹性

DOI:10.12260/lcxewkzz.2021.02.005

**基金项目:**上海市重点学科 (编号:2017ZZ02022);上海市临床重点专科 (编号:shslczdk05703);国家儿童医学中心“海聚”国际联合实验室 (编号:EK1125180104);国家儿童医学中心青年临床科学家项目 (编号:EK112520180310)

**作者单位:**复旦大学附属儿科医院 1. 外科;2. B 超室 (上海市, 201102)

**通信作者:**郑珊, Email: szheng@shmu.edu.cn

成像技术,在进行二维超声成像的同时,它可通过测定剪切波在组织中的传播速度,间接地测定其硬度值<sup>[3,4]</sup>。与一维弹性成像(即 Fibroscan)比较,SWE 受组织本身及受试者的影响较小,测量更快、更准确,在儿童中的应用更具优势<sup>[5,6]</sup>。由于胆道闭锁相较于其他胆汁淤积性疾病肝纤维化进程更早、更快,故早期测定肝脏硬度值有望指导胆道闭锁的诊断及治疗,近年来已开展了相关研究。本研究拟对近年来剪切波弹性成像诊断胆道闭锁的相关研究做一 Meta 分析,初步评估剪切波弹性成像在诊断胆道闭锁中的价值。

## 材料与方法

### 一、检索策略

检索的英文数据库包括 Pubmed、Web of Science、Elsevier、Embase;检索的中文数据库包括万方数据资源系统、维普、中国知网。

英文检索式:①英文检索词:“Supersonic Shear Wave Elastography”、“Shear Wave Elastography”、“SWE”、“SSWE”、“Elastography”、“Biliary Atresia”、“Extrahepatic”、“Atresia”、“Extrahepatic Biliary”、“Biliary Atresias”、“Extrahepatic”、“Extrahepatic Biliary Atresia”、“Extrahepatic Biliary Atresias”、“Biliary”、“Familial Extrahepatic Biliary Atresia”、“Idiopathic Extrahepatic Biliary Atresia”。

中文检索式:(主题:(弹性成像)\*主题:(胆道闭锁))

检索文献时限为数据库建库至 2019 年 11 月 14 日,语言为英文或中文。

### 二、文献筛选

1. 纳入标准:①诊断性研究设计;②研究对象为梗阻性黄疸患者,且符合梗阻性黄疸诊断标准;③研究待测标准为剪切波弹性成像;④胆道闭锁诊断金标准为手术探查明确胆囊条索纤维化、术中胆道造影提示肝内外胆管不显影、术后病理检查证实为胆道闭锁;非胆道闭锁诊断金标准为术中胆道造影提示肝内外胆管通畅、肝活检病理检查提示为其他胆汁淤积性疾病、临床保守治疗随访黄疸消退;⑤文献中有灵敏度、特异度等观察指标,可提取四格表所需数据。

2. 排除标准:①综述、会议论文、学位论文、通讯、个案报道等;②二次发表或者发表数据重复;③无法提取四格表数据。

### 三、文献质量评价方法

由 2 位评价员按照纳入排除标准独立筛选文献、提取数据、评价纳入研究的方法学质量。如遇意见不一致或难以判断情况,则交由相关领域专家协助裁定。采用诊断性研究的质量评价工具 QUADAS-2 量表,对纳入的研究质量进行评价,按“是”、“否”、“不清楚”对各标准进行评价计分。

### 四、数据收集与提取

由 2 位研究者按预先设计的资料提取表格和资料,如遇数据缺失,则联系通讯作者以尽可能获取缺失数据,否则排除该研究。提取的资料主要包括作者姓名、发表时间、研究国家、检测方法、金标准、真阳性数、假阳性数、真阴性数、假阴性数等。所有数据采用 Excel 表格收集。

### 五、统计学处理

采用 Stata14.0 软件进行统计学分析。对合并后数据采用合并受试者工作特征(summary receiver operating characteristic, SROC)曲线分析,计算曲线下面积(area under curve, AUC)、合并后的灵敏度、特异度、阳性似然比、阴性似然比、诊断比值比(diagnostic odds ratio, DOR),所有结果用 95% CI 表示。异质性检验采用  $Q$  检验及  $I^2$  检验, $Q$  检验结果中  $P < 0.1$  认为存在异质性, $I^2 > 50\%$  认为存在异质性。发表偏倚的评估采用 Deek's 法。

## 结果

### 一、文献检索及纳入

通过检索式,中英文数据库共检索相关文献 132 篇,其中英文 97 篇,中文 35 篇,严格按照纳入排除标准进行筛选后,最终纳入 7 篇文献,具体文献筛选过程见图 1。

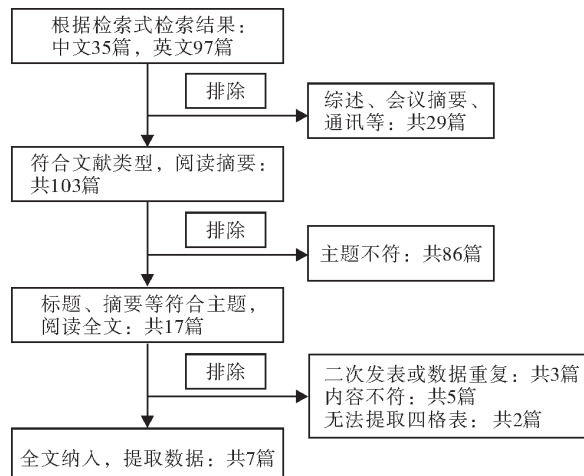


图1 文献筛选流程图

Fig. 1 Flowchart of literature screening

## 二、各研究基本特征及结果

按上述筛选过程,共纳入 7 篇文献,包括英文 3 篇,中文 4 篇,所有研究的 SWE 测量均检测 5 次以上,检测仪器稍有不同,检测模式均为 VTQ 模式,所用探头包括 L5、L9、L10、L11、L15 等。胆道闭锁诊断金标准为手术探查,非胆道闭锁诊断金标准为胆道造影或临床随访过程中黄疸缓解。就研究结果而言,各研究的诊断截断值均不同,而诊断的灵敏度及特异度波动范围也较大。各研究基本特征见

表 1。

## 三、文献质量评价

按照 QUADAS-2 诊断准确性文献评价量表对纳入文献质量进行评价。大部分研究质量一般,主要集中在以下两个问题:第一,均未使用同一个金标准,对于胆道闭锁组基本都采用术中探查及术后病理作为金标准,而对于非胆道闭锁组,金标准包括术中探查、临床观察随访等;第二,对于待测标准与金标准执行的间隔时间无明确的说明。具体见表 2。

表 1 纳入研究基本特征

Table 1 Characteristics and results of the included studies

作者	发表年份	国家	样本量		人口学特征		诊断准确性		
			BA 组	Non-BA 组	性别比(男/女)	日龄(d)	截断值	灵敏度(%)	特异度(%)
Duan et al.	2018	中国	51	87	76 : 62	5 ~ 90	12.35 kpa	84.3	89.7
Liu et al.	2019	中国	12	12	10 : 14	3 ~ 59	7.6 kpa	92.0	75.0
Qin et al.	2019	中国	45	40	41 : 44	69.9 ± 31.3	12.85 kpa	60.5	89.2
Zhang et al.	2016	中国	23	44	43 : 24	28 ~ 165	10.77 kpa	73.9	87.0
Wang et al.	2016	中国	38	17	24 : 31	16 ~ 150	8.68 kpa	97.4	100.0
Zhou et al.	2017	中国	97	75	112 : 60	2 ~ 140	10.2 kpa	81.4	66.7
Dillman et al.	2019	美国	13	28	12 : 29	24 ~ 52	1.84 m/s	92.3	78.6

表 2 QUADAS-2 量表文献质量评价结果

Table 2 QUADAS-2 form for quality assessment

研究	是否纳入了连续或随机的病例	是否避免了病例对照类研究的设计	是否避免了不恰当的排除	待测试验是否在不金标准结果时进行	是否事先设定阈值	金标准能区分疾病	金标准判读是否盲法	待测标准与金标准间隔时间是否合理	是否所有人都接受金标准	是否为同一个金标准	是否所有人都纳入分析
Duan (2018)	2	1	1	1	0	1	1	2	1	0	1
Liu (2019)	2	0	2	1	0	1	1	1	1	0	1
Qin (2019)	2	1	2	1	0	1	1	2	1	1	1
Zhang (2016)	2	0	2	1	0	2	1	2	0	0	1
Wang (2016)	2	0	0	1	0	2	1	2	1	0	1
Zhou (2016)	1	1	1	1	0	1	1	2	1	0	1
Dillman (2019)	2	1	1	1	0	2	2	2	2	2	1

注 0 代表否;1 代表是;2 代表不清楚

## 四、剪切波弹性成像诊断胆道闭锁 Meta 分析结果

将上述 7 项研究数据纳入 Meta 分析,并做 SROC 曲线拟合。Meta 分析结果提示 SWE 诊断胆道闭锁的准确性较高,合并后数据拟合 SROC 曲线显示曲线下面积(area under curve, AUC)为 0.90 (95% CI: 0.88 ~ 0.93),合并灵敏度为 84% (95% CI: 72% ~ 92%),合并特异度为 83% (95% CI: 70% ~ 91%),合并阳性似然比为 4.9 (95% CI: 2.6 ~ 9.1),合并阴性似然比为 0.2 (95% CI: 0.1 ~ 0.36),DOR 为 25.9 (95% CI: 8.3 ~ 80.3)。灵敏度及特异度波动范围均较大,且各研究间异质性较大, $I^2$  分别为 77.48% 和 81.12%, $P < 0.05$ 。SROC 曲线未呈现“肩臂”状,提示存在阈值效应的可能性不大,见

图 2 至图 5。

## 五、敏感性分析

去除 3 篇质量较低的文献,Meta 分析结果仍然提示弹性成像诊断胆道闭锁的准确性较高,合并后数据拟合 SROC 曲线提示 AUC 为 0.87 (95% CI: 0.84 ~ 0.90),合并灵敏度为 79% (95% CI: 67% ~ 87%),合并特异度为 83% (95% CI: 70% ~ 91%)。灵敏度的  $I^2$  为 25.27%,提示异质性不显著;特异度的  $I^2$  为 99.48%,提示各研究间异质性较大。

## 六、发表偏倚

对纳入的研究进行 Deeks 发表偏倚检验,检验结果没有统计学意义( $t = 0.89$ ,  $P = 0.41$ ),提示存在发表偏倚的可能性较小,漏斗图见图 7。

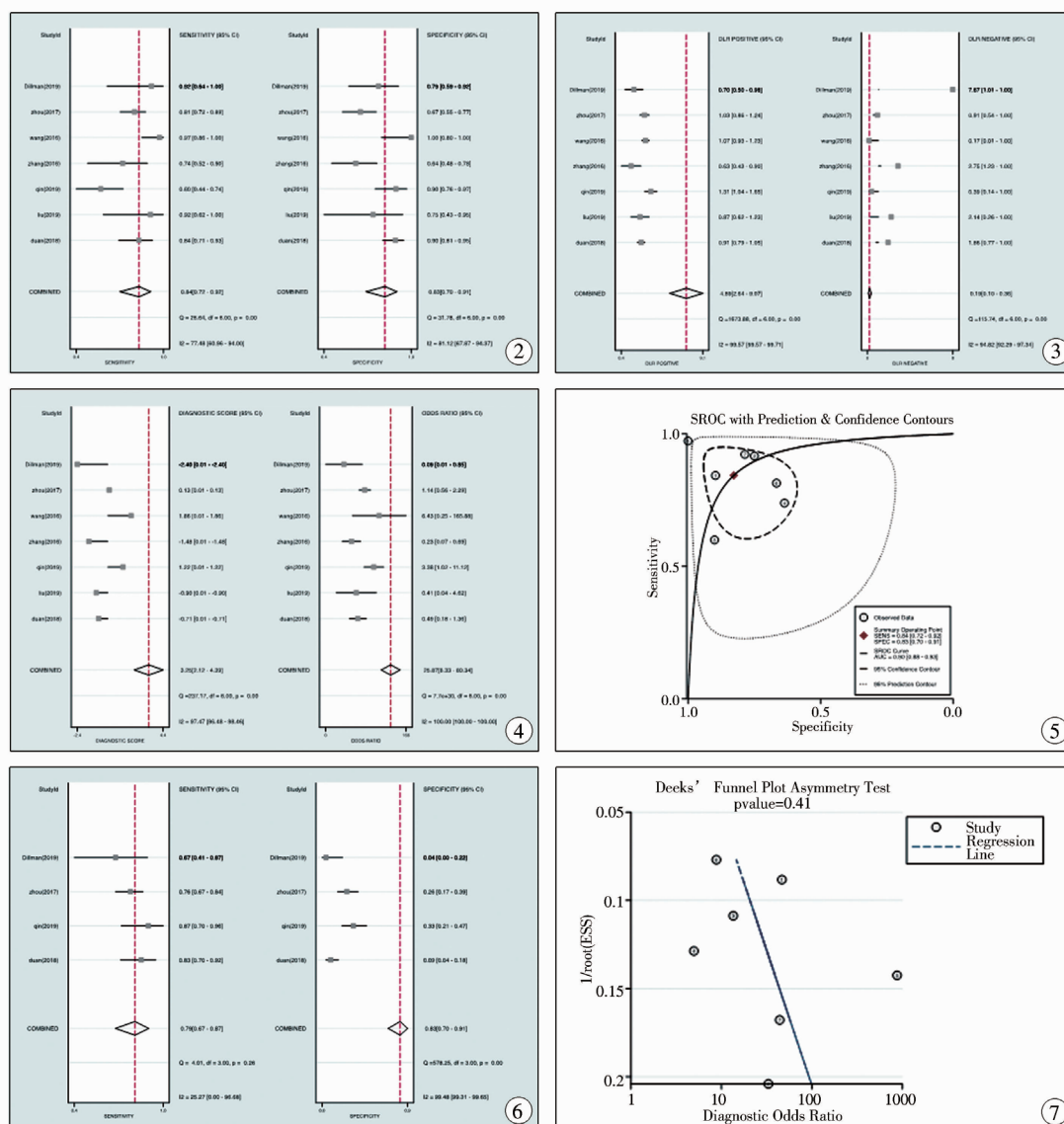


图2 SWE 诊断胆道闭锁灵敏度及特异度森林图 图3 SWE 诊断胆道闭锁阳性似然比及阴性似然比森林图  
 图4 SWE 诊断胆道闭锁诊断比值比森林图 图5 SWE 诊断胆道闭锁 SROC 曲线 图6 亚组分析-SWE 诊断胆道闭锁灵敏度及特异度森林图 图7 SWE 诊断胆道闭锁发表偏倚漏斗图

**Fig.2** Forest plot of sensitivity and specificity of SWE for diagnosing BA **Fig.3** Forest plot of positive likelihood ratio and negative likelihood ratio of SWE **Fig.4** Forest plot of odds ratio of SWE for diagnosing BA **Fig.5** SROC analysis of SWE for diagnosing BA **Fig.6** Subgroup analysis; forest plot of sensitivity and specificity of SWE for diagnosing BA **Fig.7** Funnel plot according to Deeks for publication bias for diagnosing BA

## 讨论

弹性成像技术是近 20 年来逐渐发展起来的一项新的超声成像技术,可通过检测剪切波在组织中的传播速度,进一步转化为杨氏模量,定量测定组织硬度,临床常用于肝脏的硬度测定<sup>[3,4]</sup>。其最早应用于临床的技术为一维瞬时弹性成像技术(transient elastography, TE),即 Fibroscan,但其易受组织本身干扰,检测过程中受试者的轻微活动均会影响

最终的检测结果,因此在较难配合的儿童(尤其新生儿)中应用存在一定局限性<sup>[5,7]</sup>。

近几年随着弹性成像技术的不断发展进步,二维实时剪切波弹性成像技术开始逐渐应用于临床,它可在常规二维超声成像的基础上选择感兴趣区域(region of interest, ROI),通过声辐射力脉冲(acoustic radiation force impulse, ARFI)技术在组织内部产生剪切波,随后由同一个超声探头接收,测定剪切波的波及速度,是目前最新的弹性成像技术<sup>[4,8-10]</sup>。诸多研究提示,TE 检测结果与病理金标



准肝纤维化分级有很好的相关性,是一种评估肝硬化程度的准确的、无创的手段,在儿童及青少年中其诊断灵敏度也可达 81% (95% CI: 71%~88%), 特异度可达 91% (95% CI: 83%~96%)<sup>[11]</sup>。此外,许多研究均指出胆道闭锁患者的弹性硬度值与病理肝纤维化分级同样具有很好的相关性<sup>[12-16]</sup>。

由于肝内外胆管的梗阻造成肝内胆汁淤积,与婴儿肝炎综合征等疾病相比,胆道闭锁肝脏纤维化进展速度较快,肝脏硬度值存在明显差异,故术前测定肝脏硬度值可能有助于鉴别诊断<sup>[17]</sup>。Wu 等<sup>[18]</sup>应用 Fibroscan 技术,发现当弹性硬度值 > 7.7 kPa 时,其诊断胆道闭锁的灵敏度可达 80%,特异度可达 97%,ROC 曲线下面积为 0.853,诊断比值比 (odds ratio, OR) 可达 128。可见,肝脏硬度测定的确有助于胆道闭锁的诊断,SWE 作为目前最新的技术,其诊断胆道闭锁的价值尚在探索当中,目前相关的研究仍较少,对其价值尚无定论。

本荟萃分析共检索到相关文献 73 篇,按纳入排除标准,最终纳入数据分析的研究共 7 项<sup>[19-26]</sup>。结果提示,SWE 诊断胆道闭锁拟合 SROC 曲线下面积为 0.90 (95% CI: 0.88~0.93), 合并灵敏度为 84% (95% CI: 72%~92%), 合并特异度为 83% (95% CI: 70%~91%), 合并阳性似然比为 4.9 (95% CI: 2.6~9.1), 合并阴性似然比为 0.2 (95% CI: 0.1~0.36), DOR 为 25.9 (95% CI: 8.3~80.3)。

异质性检验结果提示各研究间异质性明显,灵敏度及特异度的  $I^2$  分别为 77.48% 和 81.12% ( $P < 0.05$ ), SROC 曲线未呈现“肩臂”状,提示存在阈值效应的可能性不大。鉴于本 Meta 分析纳入文献不足 10 项,故未进行 Meta 回归分析。究其异质性原因,从方法学角度分析,进一步去除了三项质量较差的研究后进行敏感性分析,Meta 分析结果仍然提示 SWE 诊断胆道闭锁的准确性较高,合并后数据拟合 SROC 曲线提示曲线下面积为 0.87 (95% CI: 0.84~0.90), 合并灵敏度为 79% (95% CI: 67%~87%), 合并特异度为 83% (95% CI: 70%~91%)。灵敏度的  $I^2$  为 25.27%, 提示异质性不显著;特异度的  $I^2$  为 99.48%, 各研究间异质性较大。可见研究质量对灵敏度影响较大,而对特异度影响较小。从临床角度而言,主要包括如下几个部分:第一,各研究纳入患者的年龄、性别等存在一定差异,而年龄本身是影响肝脏弹性硬度值的一项独立因素,因此有必要对不同年龄进行分组后分别分析,但由于现有的文献中涉及年龄分组的研究非常少,且分组标

准不一,难以提取数据合并分析,故本 Meta 分析无法进行不同年龄段的亚组分析,但是根据个别研究的结果,SWE 诊断胆道闭锁的准确性在年龄较大组中更高<sup>[23,25,27]</sup>;第二,各研究诊断的截断值不统一,所有研究的截断值均为各自 ROC 曲线分析的结果,因此诊断截断值相差较大,SROC 曲线虽未呈现“肩臂”状,但个别研究仍可能有阈值效应而存在异质性;第三,各研究的弹性检测方法不尽相同,基本均测量多次取平均值或中位数纳入分析,有研究指出,测量 5 次以上诊断的准确性更高。此外,由于 SWE 尚为一项新技术,各公司设备均处于临床试验阶段,各中心使用的设备大多不一致,且检测时使用的探头及选取的测量部位、深度也并非完全一致,因此对最终的检测数值会有一定影响,而何种方法更准确也是未来需要研究的方向。

剪切波弹性成像技术在胆道闭锁诊断方面的研究刚刚兴起,多数为样本量很小的病例对照研究,且质量普遍不高,需按细则逐条分析,所有纳入的研究对于胆道闭锁及非胆道闭锁诊断的金标准均不统一,大多数非胆道闭锁依靠临床随访最终明确诊断。同时,除个别研究外,其他研究均未交待待测试验与金标准实施的时间间隔,这些是既往研究中存在的较大缺陷。

根据各研究的结果及 Meta 分析合并的结果,SWE 对诊断胆道闭锁有一定的价值,其灵敏度及特异度在 80% 左右。但是,Zhou 等<sup>[25]</sup>将 SWE 的诊断效能与常规超声上的典型征象进行比较,发现其并未优于常规超声的诊断效能,且将其与超声结果联合诊断,也无明显的提升。弹性成像本身即对组织硬度值的一种间接检测方法,而术前早期肝纤维化程度也仅能间接预测胆道闭锁患病的可能性,诸如家族性进行性胆汁淤积症、Alagille 综合征等也可早期即有肝纤维化表现,而诸如肝门三角征及胆总管内径异常等确为胆道闭锁的一些典型征象,因此超声的准确性可能优于弹性成像<sup>[28]</sup>。但是,超声是一项主观性较强的检查,与检查者的经验密切相关,且剪切波弹性成像是在二维超声基础上对组织的硬度进行定量测定,未来在做超声检查同时加测定量的弹性成像,将为胆道闭锁诊断带来新的思路。

除此之外,胆道闭锁患者 Kasai 手术后仍可能发生进行性肝纤维化,故术后需密切随访,监测其肝纤维化的进展情况,以便及时采取必要的治疗手段。既往也有研究对胆道闭锁术后长期自体肝生存的患者进行肝脏及脾脏的硬度检测,发现其可预

测消化道出血等不良事件的发生<sup>[12,29-35]</sup>。SWE 是最新的评估肝脏纤维化程度的一项可靠的、无创的检查方法,目前相关研究很少,在评估胆道闭锁术后方面有待进一步研究。

综上所述,SWE 对诊断胆道闭锁确有一定价值,但目前仍缺乏高质量的前瞻性临床诊断试验,因此有必要进行大样本量的前瞻性研究,进一步明确 SWE 诊断胆道闭锁的准确性,同时进一步统一、完善儿童剪切波弹性成像的检测方法。

### 参考文献

- Alagille D. Extrahepatic biliary atresia [J]. *Hepatology*, 1984, 4 (1 Suppl): 7S-10S. DOI: 10. 1002/hep. 184004 0704.
- Sun S, Chen G, Zheng S, et al. Analysis of clinical parameters that contribute to the misdiagnosis of biliary atresia [J]. *J Pediatr Surg*, 2013, 48 (7): 1490-1494. DOI: 10. 1016/j. jped-surg. 2013. 02. 034.
- Gennisson JL, Deffieux T, Fink M, et al. Ultrasound elastography: principles and techniques [J]. *Diagn Interv Imaging*, 2013, 94 (5): 487-495. DOI: 10. 1016/j. diii. 2013. 01. 022.
- Sigrist RMS, Liau J, Kaffas AE, et al. Ultrasound elastography: review of techniques and clinical applications [J]. *Theranostics*, 2017, 7 (5): 1303-1329. DOI: 10. 7150/thno. 18650.
- Goldschmidt I, Streckenbach C, Dingemann C, et al. Application and limitations of transient liver elastography in children [J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2013, 57 (1): 109-113. DOI: 10. 1097/MPG. 0b013e31829206a0.
- Thumar V, Squires JH, Spicer PJ, et al. Ultrasound elastography applications in pediatrics [J]. *Ultrasound Q*, 2018, 34 (4): 199-205. DOI: 10. 1097/RUQ. 0000000000000379.
- Kim S, Kang Y, Lee MJ, et al. Points to be considered when applying FibroScan S probe in children with biliary atresia [J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2014, 59 (5): 624-628. DOI: 10. 1097/MPG. 0000000000000489.
- Barr RG. Shear wave liver elastography [J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2018, 43 (4): 800-807. DOI: 10. 1007/s00261-017-1375-1.
- Taljanovic MS, Gimber LH, Becker GW, et al. Shear-wave elastography: basic physics and musculoskeletal applications [J]. *Radiographics*, 2017, 37 (3): 855-870. DOI: 10. 1148/rg. 2017160116.
- Kim YY, Kim MJ, Shin HJ, et al. Interconversion of elasticity measurements between two-dimensional shear wave elastography and transient elastography [J]. *Med Ultrason*, 2018, 20 (2): 127-133. DOI: 10. 11152/mu-1307.
- 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.
- 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.
- Shen QL, Chen YJ, Wang ZM, et al. Assessment of liver fibrosis by Fibroscan as compared to liver biopsy in biliary atresia [J]. *World J Gastroenterol*, 2015, 21 (22): 6931-6936. DOI: 10. 3748/wjg. v21. i22. 6931.
- Shin NY, Kim MJ, Lee MJ, et al. Transient elastography and sonography for prediction of liver fibrosis in infants with biliary atresia [J]. *J Ultrasound Med*, 2014, 33 (5): 853-864. DOI: 10. 7863/ultra. 33. 5. 853.
- 贺晓, 崔可飞, 滑少华, 等. 实时超声弹性成像在婴儿肝炎综合征和胆道闭锁肝纤维化诊断中的应用价值 [J]. *临床超声医学杂志*, 2016, 18 (7): 456-458.
- He X, Cui KF, Hua SH, et al. Application value of real-time ultrasound elastography in the diagnosis of liver fibrosis from infantile hepatitis syndrome and biliary atresia [J]. *J Clin Ultrasound in Med*, 2016, 18 (7): 456-458.
- 张国英, 唐纓, 牛宁宁, 等. ARFI 与 RTE 评价胆道闭锁患儿肝脏硬度的对比研究 [J]. *中国超声医学杂志*, 2018, 34 (3): 244-247.
- Zhang GY, Tang Y, Niu NN, et al. Comparative study of ARFI and RTE technique in evaluating liver stiffness in children with biliary atresia [J]. *Chinese J Ultrasound Med*, 2018, 34 (3): 244-247.
- 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.
- Wu JF, Lee CS, Lin WH, et al. Transient elastography is useful in diagnosing biliary atresia and predicting prognosis after hepatoporoenterostomy [J]. *Hepatology*, 2018, 68 (2): 616-624. DOI: 10. 1002/hep. 29856.
- 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 diagnosing biliary atresia and cholestasis [J]. *J Chin Clin Med Imag*, 2019, 30 (6): 421-424. DOI: 10. 12117/jccmi. 2019. 06. 011

- 20 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. Exploring the value of real-time shear wave elastography in early diagnosing biliary atresia [J]. Chinese Hepatology, 2019, 24 (7): 815-816. DOI: 10.3969/j. issn. 1008-1704. 2019. 07. 032.
- 21 张鑫鑫, 李士星, 鞠浩, 等. 剪切波和实时组织超声弹性成像对 BA 和 IHS 肝弹性改变探讨 [J]. 中国超声医学杂志, 2016, 32 (9): 808-811. DOI: 10.3969/j. issn. 1002-0101. 2016. 09. 014.  
Zhang XX, Li SX, Ju H, et al. Changes of BA and IHS hepatic elasticity by shear wave and real-time tissue ultrasound imaging [J]. Chinese J Ultrasound Med, 2016, 32 (9): 808-811. DOI: 10.3969/j. issn. 1002-0101. 2016. 09. 014.
- 22 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.
- 23 Duan XX, Peng Y, Liu WG, 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]. Biomed Res Int, 2019, 2019: 9036362. DOI: 10.1155/2019/9036362.
- 24 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.
- 25 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]. European radiology, 2017, 27 (8): 3474-3484. DOI: 10.1007/s00330-016-4710-y.
- 26 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 Ped Sur, 2018, 17 (11): 821-825. DOI: 10.3969/j. issn. 1671-6353. 2018. 11. 005.
- 27 Hanquinet S, Courvoisier DS, Rougemont AL, et al. Contribution of acoustic radiation force impulse (ARFI) elastography to the ultrasound diagnosis of biliary atresia [J]. Pediatr Radiol, 2015, 45 (10): 1489-1495. DOI: 10.1007/s00247-015-3352-6.
- 28 Zhou LY, Wang W, Shan QY, et al. Optimizing the US diagnosis of biliary atresia with a modified triangular cord thickness and gallbladder classification [J]. Radiology, 2015, 277 (1): 181-191. DOI: 10.1148/radiol. 2015142309.
- 29 Shima H, Igarashi G, Wakisaka M, et al. Noninvasive acoustic radiation force impulse (ARFI) elastography for assessing the severity of fibrosis in the post-operative patients with biliary atresia [J]. Pediatr Surg Int, 2012, 28 (9): 869-872. DOI: 10.1007/s00383-012-3140-4.
- 30 Sintusek P, Siriporn N, Punpanich D, et al. Spleen and liver stiffness to detect esophageal varices in children with biliary atresia [J]. J Pediatr Gastroenterol Nutr, 2019, 69 (4): 411-415. DOI: 10.1097/MPG. 0000000000002430.
- 31 Sohn H, Park S, Kang Y, et al. Predicting variceal bleeding in patients with biliary atresia [J]. Scand J Gastroenterol, 2019, 54 (11): 1385-1390. DOI: 10.1080/00365521. 2019. 1683225.
- 32 Uchida H, Sakamoto S, Kobayashi M, et al. The degree of spleen stiffness measured on acoustic radiation force impulse elastography predicts the severity of portal hypertension in patients with biliary atresia after portoenterostomy [J]. J Pediatr Surg, 2015, 50 (4): 559-564. DOI: 10.1016/j. jpedsurg. 2014. 12. 026.
- 33 Voutilainen S, Kivisaari R, Lohi J, et al. A prospective comparison of noninvasive methods in the assessment of liver fibrosis and esophageal varices in pediatric chronic liver diseases [J]. J Clin Gastroenterol, 2016, 50 (8): 658-663. DOI: 10.1097/MCG. 0000000000000532.
- 34 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.
- 35 Yoon H, Shin HJ, Kim MJ, et al. Predicting gastroesophageal varices through spleen magnetic resonance elastography in pediatric liver fibrosis [J]. World J Gastroenterol, 2019, 25 (3): 367-377. DOI: 10.3748/wjg. v25. i3. 367.

(收稿日期: 2020-04-20)

**本文引用格式:** 姜璟璿, 具钊汝, 孙颖华, 等. 剪切波弹性成像诊断胆道闭锁价值的 Meta 分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2021, 20 (2): 126-132. DOI: 10.12260/lxewkzz. 2021. 02. 005.

**Citing this article as:** Jiang JY, Ju ZR, Sun YH, et al. Application of shear wave elastography for diagnosing biliary atresia: a Meta-analysis [J]. J Clin Ped Sur, 2021, 20 (2): 126-132. DOI: 10.12260/lxewkzz. 2021. 02. 005.