

DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2024.03.022

引用格式:杜春玲,李琼兰,刘蓉,等.实时剪切波超声弹性成像在儿童疾病检查中的研究进展[J].巴楚医学,2024,7(3):125-128.

# 实时剪切波超声弹性成像在儿童疾病检查中的研究进展

杜春玲 李琼兰 刘蓉 周畅

(三峡大学第一临床医学院[宜昌市中心人民医院]超声科,湖北宜昌 443003)

**摘要:**实时剪切波超声弹性成像(SWE)作为超声医学领域的一种新的检查方法,通过声辐射力脉冲在组织不同深度上连续聚焦,反映组织绝对软硬度,已广泛应用于成人疾病检查中。目前SWE亦逐步应用于儿童相关疾病诊断,如脂肪肝、婴幼儿梗阻性黄疸、先天性胆总管囊肿、白血病弥漫性肝浸润等肝脏常见疾病,还应用于慢性肾病、新生儿缺氧缺血性脑病、先天性肌性斜颈及脑性瘫痪等其他儿科疾病中。

**关键词:**弹性成像; 实时剪切波超声弹性成像; 儿童疾病; 超声检查

**中图分类号:** R445.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2096-6113(2024)03-0125-04

## Research Progress of Real-Time Shear Wave Elastography in Children's Diseases

Du Chunling Li Qionglan Liu Rong Zhou Chang

(Department of Ultrasound, Yichang Central People's Hospital, The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Yichang 443003, China)

**Abstract** As a new inspection method in the field of ultrasound medicine, real-time shear wave elastography (SWE) reflects the absolute hardness of tissues by continuously focusing sound radiation force pulses at different depths of tissues, and has been widely used in the examination of adult diseases. At present, SWE is also gradually applied to the diagnosis of related diseases in children, such as fatty liver, obstructive jaundice in infants and young children, congenital choledochal cyst, diffuse liver infiltration caused by leukemia, chronic kidney disease, neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy, congenital muscular torticollis, cerebral palsy, and other pediatric diseases.

**Keywords** elastography; real-time shear wave ultrasonic elastography (SWE); pediatric diseases; ultrasonic examination

超声弹性成像是新一代超声诊断技术,属于E型超声模式,其基本原理是给检查部位一个内部或外部的力,组织将产生内部形态或传播速度的变化,从而得到该组织的超声弹性值。超声弹性成像主要分为准静态弹性成像和动态弹性成像。准静态弹性成像主要是实时组织弹性成像(real-time tissue elastography, RTE),动态弹性成像主要包括瞬时弹性成像(transient elastography, TE)、声辐射力弹性成

像(acoustic radiation force impulse, ARFI)和实时剪切波超声弹性成像(real-time shear wave elastography, SWE)<sup>[1]</sup>。

SWE是一种非侵入性成像技术,具有实时、无创及简便等优点,其通过声辐射力脉冲在组织不同深度上连续聚焦,使局部组织产生横向剪切波,通过超高速成像技术进行彩色编码后实时显示的弹性图,可以准确反映所检查组织的绝对软硬度,并定量分析杨氏

基金项目:湖北省卫生计生委项目(No: WJ2017M225)

作者简介:杜春玲,女,硕士,主治医师,研究方向为儿科超声。E-mail: 34915269@qq.com

通信作者:周畅,女,硕士,主任医师,研究方向为心血管超声。E-mail: zhouch2004@126.com

模量值<sup>[2]</sup>。杨氏模量是评估组织弹性的物理量,杨氏模量值越大,说明剪切波速度越大,组织的硬度越大<sup>[3]</sup>。超声弹性成像现已广泛应用于成人疾病检查中,目前SWE亦可应用于儿童多个组织器官正常值测定及相关疾病诊断,本文拟就SWE在儿童疾病检查中的研究进展进行综述。

## 1 SWE与儿童肝脏疾病诊断

SWE可应用于儿童肝脏疾病诊断,患儿检查前需空腹4~6小时,根据不同年龄选择不同频率探头,放置于儿童右肋间肝右叶斜切面,深度为肝包膜下约15 mm为宜,取边长10 mm的感兴趣区,避免血管干扰,同一切面重复测量杨氏模量值5次后取平均值<sup>[4]</sup>。夏清蓉等<sup>[5]</sup>采用SWE测量正常儿童肝脏组织杨氏模量值为(4.21±0.70) kPa,取样时肝右叶较左叶稳定,肝S5段取样成功率高于S4段,且S5段测值较S4段低,男童肝脏硬度略高于女童,且随年龄增长杨氏模量值有增高趋势,这可能与患儿肝脏纤维含量逐渐增高有关。

### 1.1 脂肪肝

由于营养摄入过量,目前我国有不少儿童存在超重或肥胖,肥胖程度与脂肪肝关系紧密。何鑫等<sup>[6]</sup>采用SWE检查331例肥胖合并脂肪肝患儿,结果发现,患儿的杨氏模量值和组织剪切波速度(shear wave velocity, SWV)均明显高于正常儿童,可能是因为这类患儿肝脏中含脂肪成分的肝细胞形成脂肪囊肿,囊肿破裂后引起炎症反应,从而使肝脏组织的硬度增加。但何美情等<sup>[7]</sup>研究结果有所不同,他们通过纳入不同严重程度的脂肪肝患儿,结果发现轻、中、重度脂肪肝患儿的杨氏模量值分别为(4.70±0.50) kPa、(4.40±0.40) kPa、(4.20±0.20) kPa,即杨氏模量值与脂肪肝严重程度呈负相关,这可能与肝细胞脂肪变性后诱发肝组织变软有关。以上研究结果存在差异,可能与患儿年龄、肥胖程度及超声探头选择有关,未来有待更高质量临床研究进一步证实。

### 1.2 梗阻性黄疸

先天性胆道闭锁(biliary atresia, BA)和胆汁淤积是婴幼儿梗阻性黄疸的两个主要病因,两者临床表现相似,但治疗方法及转归完全不同,如何早期鉴别胆道闭锁与胆汁淤积,是临床最为关注的问题。刘琴等<sup>[8]</sup>对临床确诊为BA及胆汁淤积的患儿进行SWE检查,并采用SC6-1和SL10-2两种不同探头分别测量患儿肝脏杨氏模量,当SC6-1探头测量肝脏杨氏模量值≥8.85 kPa且SL10-2探头测量肝脏杨氏模量

值≥7.6 kPa时,提示BA可能,当SC6-1探头测量肝脏杨氏模量值6.15~8.85 kPa且SL10-2探头测量肝脏杨氏模量值5.35~7.6 kPa时,提示胆汁淤积可能。

### 1.3 肝纤维化

肝纤维化根据不同严重程度可分为5期:S0期为无肝纤维化、S1期为肝汇管区可见纤维化但未分隔、S2期为肝汇管区可见纤维化并有分隔、S3期为肝汇管区大量分隔但无肝硬化、S4期为出现早期肝硬化。唐文静等<sup>[9]</sup>通过检查S0-S5期肝纤维化患儿,结果发现,杨氏模量值随着肝纤维化严重程度的增加而增加[S0~S5期分别为(3.11±0.53) kPa、(4.54±0.66) kPa、(6.95±0.75) kPa、(7.83±0.86) kPa、(9.47±0.92) kPa],并且杨氏模量值与肝纤维化生化指标具有良好相关性。这说明SWE可间接反映肝脏纤维化程度,为肝纤维化患儿的临床诊疗提供参考依据。

### 1.4 先天性胆总管囊肿

先天性胆总管囊肿(congenital choledochal cyst, CCC)是小儿胆道系统常见的外科疾病之一,患儿因囊肿远端的胆道狭窄、梗阻,导致胆汁排泄障碍引起持续性的胆汁淤积,致使肝小叶结构损伤和功能紊乱,最终导致肝纤维化并进展为胆汁淤积性肝硬化<sup>[10]</sup>。王烁<sup>[11]</sup>应用SWE对比研究CCC及胆道闭锁患儿,结果发现杨氏模量值分别为(6.45±2.01) kPa和(17.24±10.21) kPa,说明CCC患儿存在一定程度的肝纤维化,但其严重程度明显低于胆道闭锁患儿,故SWE检查有助于患儿肝纤维化严重程度的早期评估,从而及时把握手术治疗时机,对改善患儿预后具有重要意义<sup>[12]</sup>。

### 1.5 白血病弥漫性肝浸润

白血病细胞可浸润全身组织和重要器官,肝脏是最常见的髓外浸润部位,发生率约为60%~70%<sup>[13]</sup>。李雪娇等<sup>[14]</sup>研究发现,白血病弥漫性肝浸润患儿的肝脏杨氏模量值为(11.27±3.11) kPa,治愈患儿后再次测量,肝脏杨氏模量值为(6.57±1.83) kPa。这说明SWE可间接评估肝脏是否受到白血病细胞浸润,在治疗和随访过程中对患儿肝实质进行SWE检测具有重要临床指导意义。

## 2 SWE与儿童肾脏疾病诊断

儿童肾病患病率逐年上升,肾小球硬化、肾间质纤维化等病理改变严重影响患儿肾脏功能,最终导致蛋白尿的发生<sup>[15-17]</sup>。张杰等<sup>[18]</sup>研究发现,慢性肾病

患儿肾皮质杨氏模量值明显升高,并且该值随着蛋白尿严重程度的增加而升高。这说明 SWE 可用于评估慢性肾病患者蛋白尿及肾纤维化严重程度。

儿童肾小球疾病根据发病原因可分为原发性、继发性及遗传性三类,原发性肾小球疾病包括肾小球肾炎、肾病综合征及 IgA 肾病等;继发性肾小球疾病有过敏性紫癜性肾炎、狼疮性肾炎及乙肝相关性肾炎等;遗传性肾小球疾病包括先天性肾病综合征、遗传性进行性肾炎等<sup>[19]</sup>。李雪娇等<sup>[20]</sup>对肾小球疾病患儿行 SWE 检查,结果发现患儿肾脏杨氏模量值与尿素氮、肌酐呈正相关。分析其原因,随着肾脏受累程度逐渐加重,肾小球纤维粘连蛋白渗出,免疫复合物沉积形成新月体,导致肾小球和肾小管发生节段性坏死及纤维化,正常肾单位丢失,取而代之以大量成纤维细胞及肌纤维细胞增生,最终导致肾组织弹性下降及硬度增加<sup>[21]</sup>。因此,SWE 可间接评价肾小球疾病患儿的肾功能,在评估肾纤维化方面有较好的诊断价值。

### 3 SWE 与儿童颅脑疾病诊断

脑灰质与脑白质的弹性图像呈均匀蓝色,其中脑灰质的均匀蓝色亮度较高。由于脑灰质主要由神经元的细胞体构成,而脑白质主要由神经元中被髓鞘包围的突起构成,故脑灰质弹性模量值明显高于脑白质。缺血缺氧性脑病(hypoxic-ischemic encephalopathy, HIE)是新生儿严重疾病之一,缺氧窒息会导致患儿脑部供血减少,甚至出现不可逆性脑组织损伤。杨礼等<sup>[22]</sup>研究发现,HIE 患儿丘脑及小脑杨氏模量值下降,且该值随着患儿脑组织损伤严重程度不同而不同。唐亚娟等<sup>[23]</sup>研究同样发现,HIE 患儿丘脑及小脑的杨氏模量值明显降低,且脑白质损伤早产儿的杨氏模量值进一步下降。这说明 SWE 可间接反映 HIE 患儿脑部组织损伤严重程度。

### 4 SWE 与儿童淋巴结炎诊断

儿童颈部淋巴结炎是儿科常见疾病之一,临床表现为颈部淋巴结不同程度肿大并伴有触痛。张向向等<sup>[24]</sup>对颈部炎性淋巴结患儿进行 SWE 检测,结果发现,其杨氏模平均值较正常患儿明显降低 $[(10.8 \pm 2.0) \text{ kPa vs } (18.2 \pm 8.7) \text{ kPa}]$ ,这可能与患儿淋巴结炎病变处于急性炎性水肿期,淋巴结肿大变软有关。当杨氏模量值最小值低于 8.9 kPa、平均值低于 12.2 kPa 或最大值低于 17.5 kPa 时,淋巴结炎的可

能性大,为小儿浅表淋巴结弹性成像研究提供了可靠的数据。

## 5 SWE 与儿童腮腺炎诊断

儿童腮腺炎为腮腺组织常见疾病,临床上分为感染性腮腺炎、自身免疫性腮腺炎及阻塞性腮腺炎等,常规超声可反映疾病的二维及血流情况,但不能反映病变的硬度变化<sup>[25]</sup>。徐莉力<sup>[26]</sup>研究发现,急性感染性腮腺炎患儿的杨氏模量值明显升高[高达 $(19.08 \pm 4.44) \text{ kPa}$ ],且患儿腮腺组织弹性模量值与腺体层厚度存在相关性。这可能与患儿腮腺局部炎性细胞浸润,腺体厚度增加,从而导致腮腺组织硬度增大有关。

## 6 SWE 与儿童肌肉组织病变诊断

### 6.1 先天性肌性斜颈

先天性肌性斜颈患儿颈部出现质硬包块,患儿头偏向一侧,严重者会导致患侧肌肉挛缩及脊柱侧弯等,常规超声主要观察双侧胸锁乳突肌厚度及内部回声。李亚茜等<sup>[27]</sup>研究发现,先天性肌性斜颈患儿的患侧颈部胸锁乳突肌杨氏模量值高于健侧,且肿块型的杨氏模量值均低于弥漫型,经手术治疗后杨氏模量值较治疗前明显下降。因此,常规超声联合 SWE 可用于评估先天性肌性斜颈患儿的严重程度,为临床提供更客观的诊断依据及评估疗效。

### 6.2 脑性瘫痪

脑性瘫痪是儿童常见的神经肌肉疾病,以痉挛型脑瘫发病率最高,主要为肌张力增高及肌肉硬度增加<sup>[28]</sup>。杜林蔓等<sup>[29]</sup>研究发现,痉挛型脑瘫患儿的内侧腓肠肌、比目鱼肌及半膜肌杨氏模量值均明显升高,且内侧腓肠肌和比目鱼肌的杨氏模量均高于半膜肌,这与脑性瘫痪患儿肌张力增高,不同肌群肌肉硬度不同有关。这表明 SWE 可定量评估痉挛型脑瘫患儿的骨骼肌硬度,在指导患儿临床康复治疗方面具有重要意义。

## 7 小结

SWE 作为常规超声的补充检查手段,已经初步应用于儿童各系统疾病的检查诊断中,但因患儿年龄小、配合差受到了一定限制。总之,SWE 为儿童疾病的诊断及鉴别诊断开拓了新途径,具有潜在广阔的发展前景。

参考文献:

[1] 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.

[2] 张植兰, 朱才义. 实时剪切波弹性成像技术在肝脏中的应用现状[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2014, 11(2): 108-110.

[3] 李良芳, 朱俊志, 欧海宁, 等. 剪切波弹性成像超声在脑卒中偏瘫上肢痉挛定量评估中的应用[J]. 中国康复医学杂志, 2022, 37(1): 75-78.

[4] 江唯希, 冉海涛. 二维实时剪切波弹性成像技术在肝脏疾病中的研究进展[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2019, 16(2): 154-157.

[5] 夏清蓉, 段星星, 李皓, 等. 实时剪切波弹性成像对正常儿童肝脏硬度的研究[J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(9): 1353-1356.

[6] 何鑫, 姜珏, 尹春燕, 等. 实时剪切波弹性成像定量评价肥胖儿童脂肪肝的价值[J]. 中国儿童保健杂志, 2020, 28(10): 1162-1165.

[7] 何美情, 韩磊, 彭健美, 等. 实时剪切波弹性成像超声定量检测评估儿童脂肪肝的应用价值[J]. 肝脏, 2020, 25(9): 978-981.

[8] 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.

[9] 唐文静, 朱婷, 方静, 等. 实时剪切波弹性成像对不同程度儿童肝纤维化的诊断价值[J]. 肝脏, 2021, 26(12): 1356-1359.

[10] Mesleh M, Deziel D J. Bile duct cysts[J]. Surg Clin N Am, 2008, 88(6): 1369-1384.

[11] 王烁. 先天性胆总管囊肿和胆道闭锁肝超声弹性成像对比分析[D]. 沈阳: 中国医科大学, 2019.

[12] 陆伦根. 胆汁淤积性肝病诊断和治疗共识(2015)[J]. 肝脏, 2015, 35(12): 950-959.

[13] 王冰心, 冒丹丹, 陈雪. 白血病皮肤浸润的临床和组织病理特点[J]. 实用皮肤病学杂志, 2021, 14(1): 12-15.

[14] 李雪娇, 樊伟, 高鹏, 等. 实时剪切波弹性成像在儿童白血病弥漫性肝脏浸润诊治中的应用价值[J]. 中国妇幼保健, 2022, 37(13): 2497-2500.

[15] Barbour S J, Reich H N. Risk stratification of patients with IgA nephropathy[J]. Am J Kidney Dis, 2012, 59(6): 865-873.

[16] Gutiérrez E, Zamora I, Ballarín J A, et al. Long-term outcomes of IgA nephropathy presenting with minimal or no proteinuria[J]. J Am Soc Nephrol, 2012, 23(10): 1753-1760.

[17] 王倩, 艾红, 张茜茜, 等. 剪切波弹性成像技术定量评估慢性肾病分期的应用价值[J]. 中华超声影像学杂志, 2014, 23(5): 414-418.

[18] 张杰, 胡原, 刘凌萍, 等. 实时剪切波弹性成像在尿蛋白阳性慢性肾脏病患者中的应用[J]. 中国临床医学影像杂志, 2023, 34(3): 185-188.

[19] 王卫平. 儿科学[M]. 8版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 322-333.

[20] 李雪娇, 樊伟, 高虹, 等. 实时剪切波弹性成像在儿童肾小球疾病早期诊治中的应用价值[J]. 医学影像学杂志, 2019, 29(11): 1944-1947.

[21] 李雪娇, 高虹, 郭峻梅, 等. 实时剪切波弹性成像在儿童过敏性紫癜肾炎诊断中的应用价值[J]. 医学综述, 2020, 26(13): 2659-2663.

[22] 杨礼, 卫晶丽, 刘百灵, 等. 实时剪切波弹性成像联合血清生物标志物诊断新生儿缺氧缺血性脑病及预后[J]. 中国临床研究, 2023, 36(3): 450-454.

[23] 唐亚娟, 赖为桢, 曾飘逸, 等. 实时剪切波弹性成像评价新生儿脑损伤的临床研究[J]. 临床超声医学杂志, 2020, 22(1): 61-63.

[24] 张向向, 王红英, 任灏龙, 等. 实时剪切波弹性成像联合常规超声检查在诊断小儿颈部淋巴结炎中的应用价值[J]. 华中科技大学学报(医学版), 2022, 51(4): 545-549.

[25] Mansour N, Hofauer B, Knopf A. Ultrasound elastography in diffuse and focal parotid gland lesions[J]. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec, 2017, 79(1-2): 54-64.

[26] 徐莉力. 实时剪切波弹性成像在儿童急性感染性腮腺炎及正常腮腺中的临床应用[D]. 兰州: 兰州大学, 2019.

[27] 李亚茜, 徐亭, 贾本涛, 等. 剪切波弹性成像与实时组织弹性成像诊断儿童先天性肌性斜颈的对比研究[J]. 临床超声医学杂志, 2021, 23(9): 650-654.

[28] Patel D R, Neelakantan M, Pandher K, et al. Cerebral palsy in children: a clinical overview[J]. Transl Pediatr, 2020, 9(Suppl 1): S125-S135.

[29] 杜林蔓, 王莽. 实时剪切波弹性成像评估脑性瘫痪儿童骨骼肌硬度[J]. 中国医学影像学杂志, 2021, 29(5): 489-492.

[收稿日期 2023-09-13]