

二维剪切波弹性成像评估血液透析患者 肱二头肌受损情况

于航 熊颖 梁国玉 王丽莉 赵汉学

摘要 **目的** 应用二维剪切波弹性成像(2D-SWE)评估维持性血液透析患者肱二头肌受损情况。**方法** 选取在我院行维持性血液透析患者 60 例,根据透析时间不同分为长透析龄组(血液透析时间 5~20 年)和短透析龄组(血液透析时间 <5 年),每组各 30 例,另选同期 30 例健康体检者作为对照组。应用常规超声测量各组右、左侧肱二头肌中段肌肉厚度和浅侧脂肪厚度,2D-SWE 测量各组肱二头肌中段剪切波速度,比较各组上述指标的差异。**结果** 各组右、左侧肱二头肌肌肉厚度比较差异均无统计学意义;各组右、左侧肱二头肌浅侧脂肪厚度比较差异有统计学意义($P < 0.05$),且短透析龄组右、左侧肱二头肌浅侧脂肪厚度均较对照组薄,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。长透析龄组右、左侧肱二头肌肌肉及浅侧脂肪剪切波速度分别为 (3.17 ± 0.27) m/s 及 $2.88(2.73, 3.07)$ m/s、 (3.17 ± 0.33) m/s 及 $2.85(2.69, 3.07)$ m/s,短透析龄组分别为 (3.48 ± 0.24) m/s 及 $3.08(3.00, 3.20)$ m/s、 (3.47 ± 0.26) m/s 及 $3.09(2.97, 3.27)$ m/s,对照组分别为 (3.76 ± 0.19) m/s 及 $3.22(3.14, 3.36)$ m/s、 (3.72 ± 0.25) m/s 及 $3.27(3.15, 3.38)$ m/s,各组两两比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。**结论** 2D-SWE 可用于评估维持性血液透析患者肱二头肌受损情况。

关键词 剪切波弹性成像,二维;维持性血液透析;慢性肾脏病;肌肉受损

[中图法分类号]R445.1;R692.5

[文献标识码]A

Evaluation of biceps brachii muscle damage in maintenance hemodialysis patients by two-dimensional shear wave elastography

YU Hang, XIONG Ying, LIANG Guoyu, WANG Lili, ZHAO Hanxue

Department of Ultrasound, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing 100730, China

ABSTRACT **Objective** To evaluate the biceps brachii muscle damage in maintenance hemodialysis patients by two-dimensional shear wave elastography (2D-SWE). **Methods** Sixty patients underwent maintenance hemodialysis in our hospital were selected and divided into long-term dialysis group (5~20 years) and short-term dialysis group (<5 years) according to different dialysis ages, each group included 30 cases. Additionally, 30 healthy individuals underwent routine physical examinations during the same period were selected as the control group. Conventional ultrasound was used to measure the muscle thickness and subcutaneous fat thickness of the biceps brachii muscle on the right and left sides in each group. 2D-SWE was used to measure the shear wave velocity of the middle of biceps brachii muscle in each group. Differences in the above indicators among the groups were compared. **Results** There were no statistically significant differences in the muscle thickness of right and left biceps brachii muscle among the groups. However, the differences in the subcutaneous fat thickness of right and left biceps brachii muscle were statistically significant (all $P < 0.05$). In the short-term hemodialysis group, the subcutaneous fat thickness of right and left biceps brachii muscle were thinner than those in the control group, and the differences were statistically significant (both $P < 0.05$). In the long-term group, the shear wave velocity of right and left biceps brachii muscle and superficial adipose tissue anterior to the biceps brachii were (3.17 ± 0.27) m/s and $2.88(2.73, 3.07)$ m/s, (3.17 ± 0.33) m/s and $2.85(2.69, 3.07)$ m/s, respectively. In the short-term group, the shear wave velocity of right and left biceps brachii muscle and superficial adipose tissue anterior to the biceps brachii were (3.48 ± 0.24) m/s and $3.08(3.00, 3.20)$ m/s, (3.47 ± 0.26) m/s and $3.09(2.97, 3.27)$ m/s, respectively. In the control group, the shear wave velocity of right and left biceps brachii muscle and superficial adipose tissue

作者单位:100730 北京市,首都医科大学附属北京同仁医院超声诊断科(于航、赵汉学);北京民航总医院超声医学科(熊颖),肾内科(梁国玉、王丽莉)

通讯作者:赵汉学,Email:zhaohx861@163.com

anterior to the biceps brachii were (3.76 ± 0.19) m/s and $3.22(3.14, 3.36)$ m/s, (3.72 ± 0.25) m/s and $3.27(3.15, 3.38)$ m/s. There were statistically significant differences in pairwise comparison (all $P<0.05$). **Conclusion** 2D-SWE can be used to evaluate biceps brachii muscle damage in maintenance hemodialysis patients.

KEY WORDS Shear wave elastography, two-dimensional; Maintenance hemodialysis; Chronic kidney disease; Muscle damage

我国现有慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)患者 1.2 亿人, 其中 CKD 3 期以上患者约 1900 万人^[1]。截至 2014 年底, 我国维持性血液透析患者近 34 万人, 且有持续增长的趋势^[2]。CKD 及血液透析均会导致患者骨骼肌损耗, 而持续骨骼肌损耗将最终导致肌无力的发生。研究^[3]表明骨骼肌损耗是预测终末期肾脏病患者死亡的最强预测因子之一。如何早期发现和评估血液透析患者骨骼肌肉结构和功能异常改变, 对改善其生存质量、提高生存期极为重要。目前超声弹性成像技术被广泛应用于运动系统中肌肉病变的评价, 其中二维剪切波弹性成像(two-dimensional shear wave elastography, 2D-SWE)可用于评估较大骨骼肌弹性及肌肉状态^[4-5]。本研究旨在应用 2D-SWE 评估不同透析龄维持性血液透析患者肌肉受损情况。

资料与方法

一、研究对象

选取 2022 年 4 月至 2023 年 7 月于我院行维持性血液透析患者 60 例, 其中男 37 例, 女 23 例, 年龄 38~87 岁, 平均 (62.6 ± 10.4) 岁; 身高 150~182 cm, 平均 (167.6 ± 7.7) cm; 体质量 45.0~98.0 kg, 平均 (68.8 ± 12.7) kg; 体质量指数(BMI) 18.5~33.8 kg/m², 平均 (24.4 ± 3.5) kg/m²。根据血液透析时间不同分为长透析龄组(血液透析时间 5~20 年)和短透析龄组(血液透析时间 <5 年), 每组各 30 例。纳入标准: 年龄 >18 岁, 且血液透析时间 ≥1 个月。排除标准: ①体质量过低(BMI <18.5 kg/m²)或重度肥胖(BMI >37.5 kg/m²)^[6-7]; ②严重心脑血管及外周血管疾病史、传染病或恶性肿瘤病史; ③骨骼肌肉活动受限, 肢体不自主活动或震颤; ④2 周内出现感染尚未治愈或发生急性心脑血管疾病未康复者。另选同期年龄、性别与之匹配的 30 例健康体检者作为对照组。本研究经我院医学伦理委员会批准, 所有研究对象均知情同意。

二、仪器与方法

使用法国声科 Aixplorer 彩色多普勒超声诊断仪, SL15-4 线阵探头, 频率 4~15 MHz; 选择 Shoulder 成像模式。受检者取平卧位, 双臂平放于身体两侧, 平静

呼吸, 避免双臂用力, 将探头及导声垫(厚度 7 mm)置于前臂肱二头肌中段, 探头垂直放置于导声垫上, 且与深方肌近端附着处近同一水平, 分别测量该处肌肉及浅侧脂肪厚度。将探头旋转 90° 至肱二头肌长轴, 保持探头垂直于体表, 调整深度、焦点直至完整显示肱二头肌长轴及内部肌纤维结构, 避开肌肉内血管、神经等组织; 切换至 2D-SWE 模式, 使用直径为 5 mm 的感兴趣区取样框于距体表 2.0~2.5 cm 处测量肌肉剪切波速度; 使用直径为 2 mm 的感兴趣区取样框于脂肪层中部测量脂肪剪切波速度。以上操作均由同一具有 10 年以上肌骨诊断经验的超声医师完成; 所有参数均重复测量 3 次取平均值。

三、统计学处理

应用 SPSS 21.0 统计软件, 正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示, 组间比较采用方差分析, 两两比较采用 LSD 法; 非正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示, 组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验, 两两比较采用多个独立样本两两比较的 Bonferroni 校正法。计数资料以例或率表示, 组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、各组基本资料比较

各组年龄、性别、身高、体质量和 BMI 比较差异均无统计学意义。见表 1。

表 1 各组基本资料比较

| 组别 | 男/女 (例) | 年龄 (岁) | 身高 (cm) | 体质量 (kg) | BMI (kg/m ²) |
|--------------|------------|-----------|------------|-------------|-----------------------------|
| 长透析龄组(30) | 18/12 | 63.6±10.4 | 167.0±6.6 | 66.4±10.2 | 23.7±3.2 |
| 短透析龄组(30) | 19/11 | 61.6±10.4 | 168.0±8.8 | 71.2±14.6 | 25.1±3.7 |
| 对照组(30) | 16/14 | 57.3±12.6 | 166.0±7.1 | 66.9±7.9 | 24.2±2.2 |
| χ^2/F 值 | 0.643 | 2.482 | 0.448 | 1.695 | 1.426 |
| P 值 | 0.725 | 0.089 | 0.640 | 0.190 | 0.246 |

BMI: 体质量指数

二、各组肱二头肌肌肉及浅侧脂肪厚度、剪切波速度比较

1. 各组右、左侧肱二头肌肌肉厚度比较差异均无统计学意义。各组右、左侧肱二头肌浅侧脂肪厚度比较差异有统计学意义($P<0.05$); 其中, 短透析龄组右、

左侧肱二头肌浅侧脂肪厚度较对照组薄, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); 长透析龄组与短透析龄组、对照组右、左侧肱二头肌浅侧脂肪厚度比较差异均无统计学意义。见表 2。

2. 长透析龄组右、左侧肱二头肌肌肉及浅侧脂肪剪切波速度最低, 其次为短透析龄组, 对照组最高, 各组两两比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 2 和图 1~3。

表 2 各组肱二头肌肌肉及浅侧脂肪厚度、剪切波速度比较

| 组别 | 肌肉厚度(cm) | | 浅侧脂肪厚度(cm) | | 肌肉剪切波速度(m/s) | | 浅侧脂肪剪切波速度(m/s) | |
|--------------|-----------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | 左侧 | 右侧 | 左侧 | 右侧 | 左侧 | 右侧 | 左侧 | 右侧 |
| 长透析龄组(30) | 1.98±0.35 | 1.99±0.32 | 0.35(0.30, 0.48) | 0.37(0.30, 0.51) | 3.17±0.33 [#] | 3.17±0.27 [#] | 2.85(2.69, 3.07) [#] | 2.88(2.73, 3.07) [#] |
| 短透析龄组(30) | 1.81±0.30 | 1.82±0.30 | 0.30(0.26, 0.42) [*] | 0.32(0.27, 0.46) [*] | 3.47±0.26 | 3.48±0.24 | 3.09(2.97, 3.27) | 3.08(3.00, 3.20) |
| 对照组(30) | 1.92±0.21 | 1.94±0.19 | 0.40(0.34, 0.51) | 0.40(0.35, 0.51) | 3.72±0.25 | 3.76±0.19 | 3.27(3.15, 3.38) | 3.22(3.14, 3.36) |
| <i>F/H</i> 值 | 3.068 | 2.655 | 6.041 | 6.910 | 47.437 | 29.115 | 23.907 | 21.801 |
| <i>P</i> 值 | 0.052 | 0.076 | 0.049 | 0.032 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

与对照组比较, ^{*} $P < 0.05$; 与短透析龄组比较, [#] $P < 0.05$

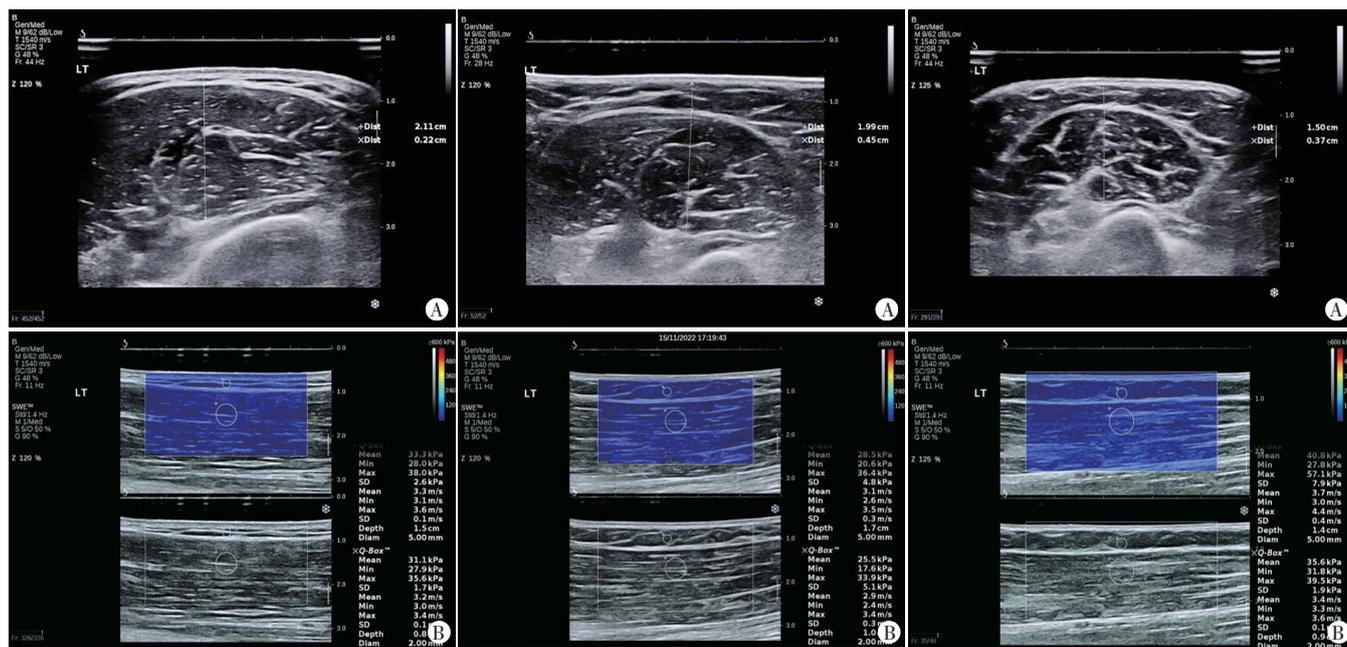


图 1 短透析龄组一患者(男, 51 岁)左侧肱二头肌中段常规超声及 SWE 图

图 2 长透析龄组一患者(男, 43 岁)左侧肱二头肌中段常规超声及 SWE 图

图 3 对照组一健康体检者(女, 48 岁)左侧肱二头肌中段常规超声及 SWE 图

讨论

维持性血液透析是 CKD、终末期肾脏病患者维持生命的重要手段, 但长期血液透析可引起营养不良、感染、心血管疾病等并发症, 其中营养不良是血液透析患者的一大挑战, 与食物摄入不足、损失增加或蛋白质分解代谢增加有关, 营养不良会导致肌肉蛋白质损失和肌力下降, 而骨骼肌质量和肌力下降则会降低血液透析患者生活质量, 甚至导致死亡^[8]。随着透析时间延长, 血液透析患者易发生钙磷代谢紊乱、肾性骨病及肌肉营养不良, 对长透析龄患者应加强营养指

导和监测^[9]。超声作为评估肌肉结构和功能异常的一种影像学检查方法, 不仅广泛用于测量肌肉厚度、横截面积、肌纤维长度、羽状肌的肌翼夹角, 还可以评估肌肉内脂肪浸润程度^[10], 其中 2D-SWE 作为一种较为先进的超声弹性成像技术, 具有采集速度快、操作要求较低的特点, 尤其适用于维持性血液透析患者肌肉硬度的测量^[4]。本研究旨在应用 2D-SWE 评估不同透析龄维持性血液透析患者肌肉受损情况。

本研究常规超声检查结果显示, 短透析龄组右、左侧肱二头肌中段浅侧脂肪厚度均较对照组薄, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 而各组右、左侧肱二头

肌肌肉厚度比较差异均无统计学意义;长透析龄组与短透析龄组、对照组右、左侧肱二头肌浅侧脂肪厚度比较差异均无统计学意义。表明随着血液透析时间延长,长透析龄和短透析龄患者肱二头肌浅侧脂肪厚度呈先减后增,而非持续减少改变。与既往研究^[11-12]结果相似。分析原因可能为尚未行血液透析患者体内大量毒素堆积,患者食欲下降及脂肪细胞对营养物质摄入受到抑制,导致脂肪萎缩;随着维持性血液透析的进行,体内毒素减少,患者食欲改善、摄入增加,脂肪厚度逐渐恢复,但由于体内毒素堆积多,而去除堆积的毒素有赖于持续规律的血液透析,使患者浅侧脂肪厚度呈先减后增的特征。提示临床仅通过肱二头肌或其浅侧脂肪厚度变化来评估血液透析患者肌肉状态可能不充分;故仅依靠常规超声无法客观评价其肌肉状态。此外,本研究结果显示长透析龄组右、左侧肱二头肌肌肉厚度均较对照组厚,而浅侧脂肪厚度均较对照组薄,差异虽无统计学意义,但反映了血液透析患者不同组织内脂肪含量的变化。分析原因为肾功能衰竭、毒素堆积、食欲下降、血液透析对机体的消耗,可导致反映机体营养状态的浅侧脂肪减少,而同时肌肉组织内出现过多的脂肪浸润,使肌肉厚度虽增加,但肌肉功能却降低^[13-14]。

多项研究^[5,15-17]表明,2D-SWE在评估肌肉减少症、产后腹直肌分离、儿童先天性肌性斜颈、糖尿病足背部拇短伸肌等疾病的肌肉状态中有一定临床价值。然而检测部位均为肌肉组织,而关于肌肉浅侧脂肪组织的研究报道较少。本研究应用2D-SWE检测不同血液透析龄患者肱二头肌中段肌肉及浅侧脂肪剪切波速度,结果显示,长透析龄组右、左侧肱二头肌肌肉及浅侧脂肪剪切波速度最低,其次为短透析龄组,对照组最高,各组两两比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。表明随着血液透析时间延长,肌肉硬度下降。在慢性肾功能衰竭患者中,长透析龄患者肌肉结构的异常改变较短透析龄患者更为明显,这可能与随着血液透析时间延长,肌肉萎缩、单位肌肉可产生的力量或强度,以及中枢神经系统激活正常运动单元能力下降有关,其中肌肉萎缩已被证实与肌纤维尤其是II型肌纤维萎缩有关;而神经病变、线粒体及其他超微结构异常也可导致血液透析患者肌肉异常改变,进而使肌肉剪切波速度下降,而导致上述肌肉异常改变的潜在因素主要与酸中毒、维生素D代谢异常或血清钙浓度异常、长期不活动、营养不良、血液透析不足或继发性甲状旁腺功能亢进等有关^[14]。需要注意的是肱二头肌浅侧脂肪位置表浅,尽管使用导声垫,探头及导声垫也

可能对紧邻的浅侧脂肪产生压力以致可能对测量结果产生影响,本研究中各组浅侧脂肪厚度及剪切波速度均呈非正态分布,也可能与此有关。本研究中常规超声所测肱二头肌浅侧脂肪厚度及肌肉厚度均随着血液透析时间延长呈先减后增表现,但SWE所测剪切波速度则呈持续降低,两种技术所测参数呈现不一致的变化趋势,分析原因可能为在血液透析初期患者体内毒素虽大部分被清除,但机体依旧持续受毒素影响,导致食欲不振、摄入不足,加之肌体消耗,肱二头肌及浅侧脂肪层厚度减低;而经过一段时间的规律血液透析后,患者营养状况逐步改善,厚度再次增加。由于肾功能不全和血液透析均会持续对肱二头肌肌肉及浅侧脂肪产生负面影响,导致营养物质丢失,改变肌肉和脂肪内成分含量,从而导致肱二头肌肌肉及浅侧脂肪剪切波速度持续降低。

综上所述,维持性血液透析患者肱二头肌硬度随着血液透析时间延长而降低。2D-SWE可用于评估维持性血液透析患者肱二头肌受损情况,为临床评价肌肉结构和功能受损程度提供有价值的信息。但本研究为单中心研究,样本量偏小,待今后扩大样本量深入探讨。

参考文献

- [1] Zhang L, Wang F, Wang L, et al. Prevalence of chronic kidney disease in China: a cross-sectional survey [J]. *Lancet*, 2012, 379 (9818):815-822.
- [2] 中国医师协会肾脏病医师分会血液透析充分性协作组. 中国血液透析充分性临床实践指南[J]. *中华医学杂志*, 2015, 95(34): 2748-2753.
- [3] Yajima T, Arao M, Yajima K. Psoas muscle index and psoas muscle density as predictors of mortality in patients undergoing hemodialysis [J]. *Sci Rep*, 2022, 12(1): 10496.
- [4] Bastijns S, De Cock AM, Vandewoude M, et al. Usability and pitfalls of shear-wave elastography for evaluation of muscle quality and its potential in assessing sarcopenia: a review [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2020, 46(11): 2891-2907.
- [5] 胡建康, 孙芳, 刘菲菲, 等. 实时剪切波弹性成像评估肌肉减少症患者骨骼肌弹性的价值[J]. *临床超声医学杂志*, 2020, 22(10): 747-750.
- [6] 张思婷, 张继国, 贾小芳, 等. 1993-2018年中国15个省(自治区、直辖市)18-35岁成人中心型肥胖变化趋势及其人口学和社会经济学影响因素[J]. *环境与职业医学*, 2022, 39(3): 323-330.
- [7] 中国医疗保健国际交流促进会营养与代谢管理分会, 中国营养学会临床营养分会, 中华医学会糖尿病学分会, 等. 中国超重/肥胖医学营养治疗指南(2021)[J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2021, 13(11): 1-55.
- [8] Yilmaz SK, Rakicioglu N. Effect of dialysis time on dietary intake, body composition, muscle strength, and nutritional status of hemodialysis patients [J]. *Saudi J Kidney Dis Transpl*, 32(3):

729-734.

[9] 敖广宇,周树录,吴蓉,等.不同透析龄维持性血液透析患者人体成分及营养状况分析[J].广西医学,2020,42(11):1450-1452.

[10] Sabatino A, D'Alessandro C, Regolisti G, et al. Muscle mass assessment in renal disease: the role of imaging techniques[J]. Quant Imaging Med Surg, 2020, 10(8): 1672-1686.

[11] John SG, Sigrist MK, Taal MW, et al. Natural history of skeletal muscle mass changes in chronic kidney disease stage 4 and 5 patients: an observational study[J]. PloS One, 2013, 8(5): e65372.

[12] Carrero JJ, Johansen KL, Lindholm B, et al. Screening for muscle wasting and dysfunction in patients with chronic kidney disease[J]. Kidney Int, 2016, 90(1): 53-66.

[13] Bishop NC, Burton JO, Graham-Brown MPM, et al. Exercise and

chronic kidney disease: potential mechanisms underlying the physiological benefits[J]. Nat Rev Nephrol, 2023, 19(4): 244-256.

[14] Avesani CM, de Abreu AM, Ribeiro HS, et al. Muscle fat infiltration in chronic kidney disease: a marker related to muscle quality, muscle strength and sarcopenia[J]. J Nephrol, 2023, 36(3): 895-910.

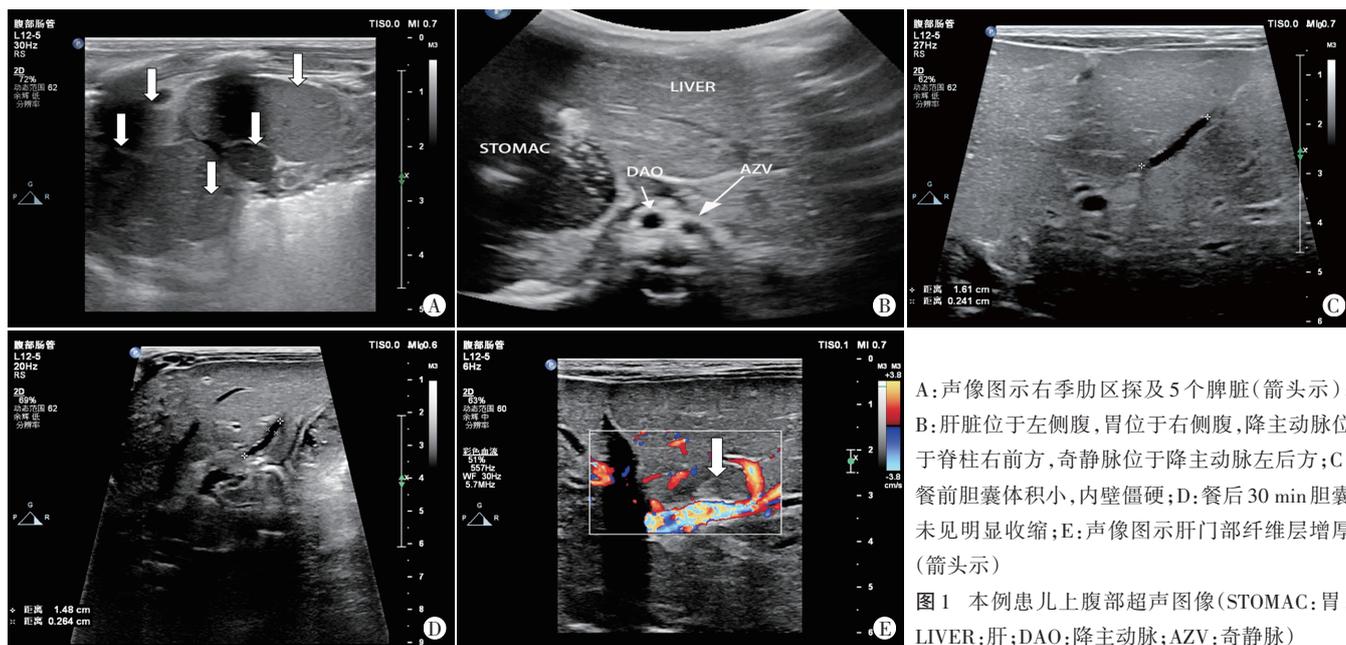
[15] 汪亮,黄俊,王小娜.高频超声及剪切波弹性成像定量评估产后腹直肌分离[J].临床超声医学杂志,2023,25(1):44-48.

[16] 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.

[17] 颜富强,蔡名利,黄珊珊,等.剪切波弹性成像评价糖尿病足背部拇短伸肌硬度的价值[J].中国超声医学杂志,2023,39(1):116-119.

(收稿日期:2023-06-28)

(上接第 879 页)



A: 声像图示右季肋区探及 5 个脾脏(箭头示); B: 肝脏位于左侧腹,胃位于右侧腹,降主动脉位于脊柱右前方,奇静脉位于降主动脉左后方; C: 餐前胆囊体积小,内壁僵硬; D: 餐后 30 min 胆囊未见明显收缩; E: 声像图示肝门部纤维层增厚(箭头示)

图 1 本例患儿上腹部超声图像(STOMAC:胃; LIVER:肝; DAO:降主动脉; AZV:奇静脉)

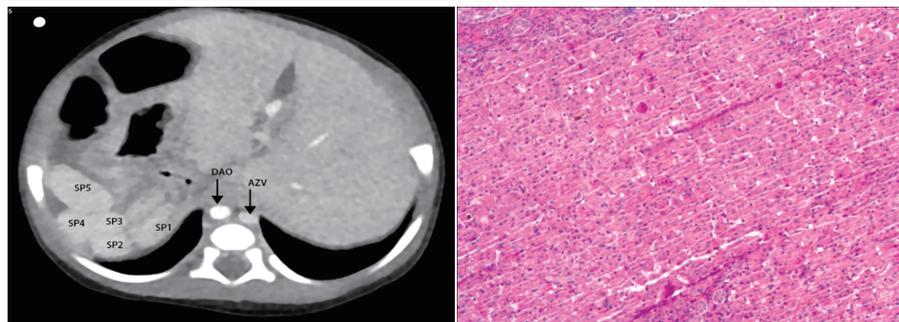


图 2 本例患儿上腹部 CTA 图示内脏反位,多脾,肝下段下腔静脉缺如(DAO:降主动脉; AZV: 3 级(HE 染色,×200)奇静脉; SP1~SP5:脾脏 1~5)

图 3 本例患儿术中肝活检病理图示肝纤维化

为肝脏包膜下血流信号增多。本例患儿超声表现为内脏反位、多脾及胆道闭锁,符合 BASM 的诊断。

BASM 常因合并其他系统畸形,肝门-空肠吻合手术难度较大,疗效亦较差,且后期肝移植难度亦较大。BASM 患儿出生后即发生难治性黄疸,且呈进行性加重,早期明确诊断且及早行肝门-空肠吻合手术可避免不可逆的胆汁性肝硬化。本例患儿

于出生后 54 d 行肝门-空肠吻合术,术后胆红素下降明显,肝功能趋于正常,术后 1 年随访患儿体格发育良好,神经精神测评正常。

总之,超声在诊断 BASM 及术后随访中均有一定的临床价值,为临床早期干预争取了时间。

参考文献

[1] 石婉明,丁文虹,杨静,等.左房异构及其合并畸形的超声心动图诊断与治疗转归分析[J].中华医学超声杂志(电子版), 2019,16(8):609-614.

[2] 翁宗杰,凌文,邱秀青,等.胎儿左侧异构综合征产前超声诊断及预后分析[J].中国超声医学杂志,2021,37(3):311-314.

[3] Zhou L, Shan Q, Tian W, et al. Ultrasound for the diagnosis of biliary atresia: a Meta-analysis[J]. Am J Roentgenol, 2016, 206(5): 73-82.

(收稿日期:2022-11-29)