

剪切波弹性成像评估血友病性关节病患者软骨早期受损的初步研究

常静瑄 于静 郭杰 杜靓 张翠明

摘要 **目的** 应用剪切波弹性成像(SWE)评估血友病性关节病患者膝关节软骨早期受损情况,探讨其临床应用价值。**方法** 选取于我院就诊的膝关节反复出血的男性血友病A患者26例(病例组,其中轻度3例,中度4例,重度19例)和男性健康志愿者30例(对照组),两组均行膝关节二维超声获取内侧髁、股骨髁间和外侧髁处关节软骨厚度(d1、d2、d3),采用血友病性关节病超声评估量表(HEAD-US-C)进行评分;SWE获取内侧髁、股骨髁间和外侧髁处关节软骨杨氏模量平均值(E1、E2、E3)及剪切波速度(SWV1、SWV2、SWV3)。比较病例组与对照组,以及不同程度血友病性关节病患者上述参数的差异。分析SWV参数与HEAD-US-C评分的相关性。**结果** 病例组d1、d2、d3、E2、E3、SWV2、SWV3均较对照组减低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),两组E1、SWV1比较差异均无统计学意义。且中、重度血友病性关节病患者E2、E3及SWV2、SWV3均较轻度患者减低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);中、重度患者上述参数比较差异均无统计学意义。轻、中、重度患者HEAD-US-C评分比较差异有统计学意义($P=0.004$),且中、重度患者HEAD-US-C评分高于轻度患者,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。相关性分析显示,血友病性关节病患者E1、E2、E3、SWV1、SWV2、SWV3均与HEAD-US-C评分呈负相关(均 $P<0.001$)。**结论** SWE可以定量检测血友病性关节病患者膝关节软骨硬度,能早期评估软骨受损情况,具有较好的临床应用价值。

关键词 超声检查;剪切波弹性成像;血友病性关节病;膝关节软骨

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

Evaluation of early cartilage damage in patients with hemophilic knee arthropathy by shear wave elastography: a preliminary study

CHANG Jingxuan, YU Jing, GUO Jie, DU Liang, ZHANG Cuiming

Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China

ABSTRACT **Objective** To evaluate early cartilage damage of the knee joints in patients with hemophilic arthropathy by shear wave elastography (SWE), and to explore its clinical application value. **Methods** Twenty-six male hemophilia A patients with recurrent knee bleeding (case group, including 3 mild cases, 4 moderate cases, and 19 severe cases) and 30 male healthy volunteers (control group) from our hospital were enrolled. Two-dimensional ultrasound was performed to obtain the thickness of articular cartilage at the medial condyle, femoral inter-condyle, and lateral condyle (d1, d2, d3). The Ultrasound Assessment of the Joint in Hemophilia (HEAD-US-C) of hemophilic arthropathy was used to score. The average Young's modulus (E1, E2, E3) and shear wave velocity (SWV1, SWV2, SWV3) of articular cartilage at the medial condyle, femoral inter-condyle, and lateral condyle were obtained by SWE. Differences of above parameters between the case group and control group, as well as among patients with different degrees of hemophilic arthropathy were compared. The correlation between SWE parameters and HEAD-US-C score were analyzed. **Results** The d1, d2, d3, E2, E3, SWV2 and SWV3 in the case group were lower than those in the control group (all $P<0.05$), there were no significant difference in E1 and SWV1 between the two groups. The E2, E3, SWV2 and SWV3 in the moderate cases and the severe cases were lower than those in the mild cases (all $P<0.05$), while there were no significant difference in these parameters between the moderate cases and the severe cases. The difference of the

基金项目:惠州市医疗卫生领域科技计划项目(2023CZ010157)

作者单位:030001 太原市,山西医科大学(常静瑄、郭杰、杜靓);山西医科大学第二医院超声科(于静);惠州市第三人民医院超声科(张翠明)

通讯作者:张翠明, Email: wjshzcm@163.com

HEAD-US-C score among the mild, moderate, and severe cases were statistically significant ($P=0.004$), and the HEAD-US-C score in the moderate and severe cases was significantly higher than that in the mild cases (both $P<0.05$). Correlation analysis showed that E1, E2, E3, SWV1, SWV2, SWV3 were negatively correlated with HEAD-US-C score in patients with hemophilic arthropathy (all $P<0.001$). **Conclusion** SWE can quantitatively detect the cartilage stiffness of the knee joint in patients with hemophilic arthropathy and early assess cartilage damage, which has good clinical application value.

KEY WORDS Ultrasonography; Shear wave elastography; Hemophilic arthropathy; Knee cartilage

血友病是由于凝血功能受损引起的一种罕见的X连锁隐性遗传病,分为血友病A和血友病B,其中血友病A的发病率较血友病B稍高,患者以男性为主^[1]。血友病患者反复的关节腔出血会引发一系列病理变化,最终导致血友病性关节炎,临床主要表现为增生性滑膜炎、软骨受损和骨质破坏,膝关节、踝关节和肘关节为主要受累关节^[2-3]。关节软骨受损后的不可逆性是患者出现关节功能障碍,甚至致残的主要原因,直接影响其生存质量,因此临床理想状态应在出现不可逆转的软骨受损前进行软骨保护性治疗。剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)可以对组织的力学性质进行定量检测^[4],目前已广泛应用于肝脏^[5]、乳腺^[6]、甲状腺^[7]及淋巴结^[8]等疾病的诊断与评估,近年来也逐渐用于肌肉、韧带和肌腱弹性的检测^[9]。近期研究^[10]表明,SWE可以用于定量检测膝关节软骨弹性,评估软骨受损情况,对监测软骨早期受损、病变进展及评估治疗效果有一定的价值。基于此,本研究应用SWE评估血友病性关节炎患者膝关节软骨早期受损情况,旨在探讨其临床应用价值。

资料与方法

一、研究对象

选取2022年6月至2023年11月于我院就诊的膝关节反复出血的男性血友病A患者26例(病例组),年龄10~29岁,平均(18.81±6.12)岁,体质指数(BMI)10.94~29.10 kg/m²,平均(21.01±1.01)kg/m²,纳入关节50个。纳入标准:①年龄10~30岁;②实验室检查结果符合《血友病A诊疗指南(2022年版)》^[11]中相关标准。排除风湿性关节炎、类风湿性关节炎、骨关节炎、痛风等关节病患者及关节发生明显变形无法达到本研究要求体位的关节病患者。根据残余凝血因子活性水平将病例组患者分为轻度3例(残余凝血因子活性水平>5%~40%)、中度4例(残余凝血因子活性水平1%~5%)和重度19例(残余凝血因子活性水平<1%)^[2]。另选同期男性健康志愿者30例(对照组),年龄10~29岁,平均(19.17±5.65)岁,BMI 15.12~27.34 kg/m²,平均

(21.67±0.62)kg/m²,纳入关节60个。两组年龄、BMI比较差异均无统计学意义。本研究经我院医学伦理委员会批准(批准号:2023YX第309号),所有受检者均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 仪器:使用GE Logiq E9彩色多普勒超声诊断仪,9L线阵探头,频率5~9 MHz;选用肌骨超声检查条件,配备SWE技术。

2. 二维超声检查:受检者取平卧位,保持膝关节屈曲30~40°,先行横切及纵切扫查髌上囊区域,然后将探头置于髌骨约1/3上方,于横切面扫查外侧及内侧,以检查髌骨旁隐窝。嘱患者保持膝关节最大限度屈曲,采用肌骨超声检查模式,设置深度为3.5~4.0 cm,探头置于髌骨上缘,清晰显示膝关节不同部位软骨结构。为确保入射声波与关节软骨表面尽可能垂直,扫查过程中可适当调整探头角度,以更清晰、完整地显示软骨。选择成像效果良好的超声图像,测量内侧髌、股骨髌间和外侧髌处关节软骨厚度(d1、d2、d3)。软骨厚度的测量点为高回声软骨-骨界面到滑膜间隙软骨界面的垂直距离,每处均保存3幅图像并测量取平均值。最后嘱患者在保持膝关节屈曲20~30°的同时将腿外旋,探头置于膝关节内侧面,冠状面扫查观察股骨、胫骨骨质损伤情况。采用李军等^[12]提出的血友病性关节炎超声评估量表(HEAD-US-C)评估患者膝关节情况,具体评分标准见表1。

3. SWE检查:患者保持膝关节最大限度屈曲,完整显示膝关节软骨结构,于二维超声测量关节软骨厚度后在探头不施压的情况下切换至SWE模式,待图像稳定、颜色均匀时保存并用于离线分析。设置感兴趣区(ROI)直径为1 mm,在同一幅图像中选取3个相邻的直径为1 mm的ROI,分别测量内侧髌、股骨髌间、外侧髌处关节软骨杨氏模量平均值(E1、E2、E3)及剪切波速度(SWV1、SWV2、SWV3),以上参数均重复测量3次取平均值。

三、统计学处理

应用SPSS 26.0统计软件,符合正态分布的计量资

表1 HEAD-US-C 超声评估量表

| 项目 | 评分 |
|---------------------------|----|
| 关节积液 | |
| 无(<3 mm) | 0 |
| 少量(3~9 mm) | 1 |
| 中量(10~19 mm) | 2 |
| 大量(≥20 mm) | 3 |
| 滑膜血管增生 | |
| 无 | 0 |
| ROI探及<3处血流信号 | 1 |
| ROI探及≥3处血流信号 | 2 |
| 滑膜增生 | |
| 无(<1 mm) | 0 |
| 轻中度(1~2 mm) | 1 |
| 重度(>2 mm) | 2 |
| 软骨病变 | |
| 无 | 0 |
| 靶表面<25%的关节软骨缺失 | 1 |
| 靶表面≤50%的关节软骨缺失 | 2 |
| 靶表面>50%的关节软骨缺失 | 3 |
| 靶表面的关节软骨完全缺失 | 4 |
| 软骨下骨表面 | |
| 正常 | 0 |
| 软骨下骨表面轻度不规则或不伴关节周围小骨赘 | 1 |
| 软骨下骨表面明显不规则和/或显著的关节周围骨赘形成 | 2 |

ROI:感兴趣区

料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组比较采用方差分析,两组比较采用独立样本 t 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用 Mann-Whitney U 检验。相关性分析采用 Spearman 相关性分析法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、病例组与对照组超声检查结果比较

病例组 d1、d2、d3、E2、E3、SWV2、SWV3 均较对照组减低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);两组 E1、SWV1 比较差异均无统计学意义。见图 1、2 和表 2。

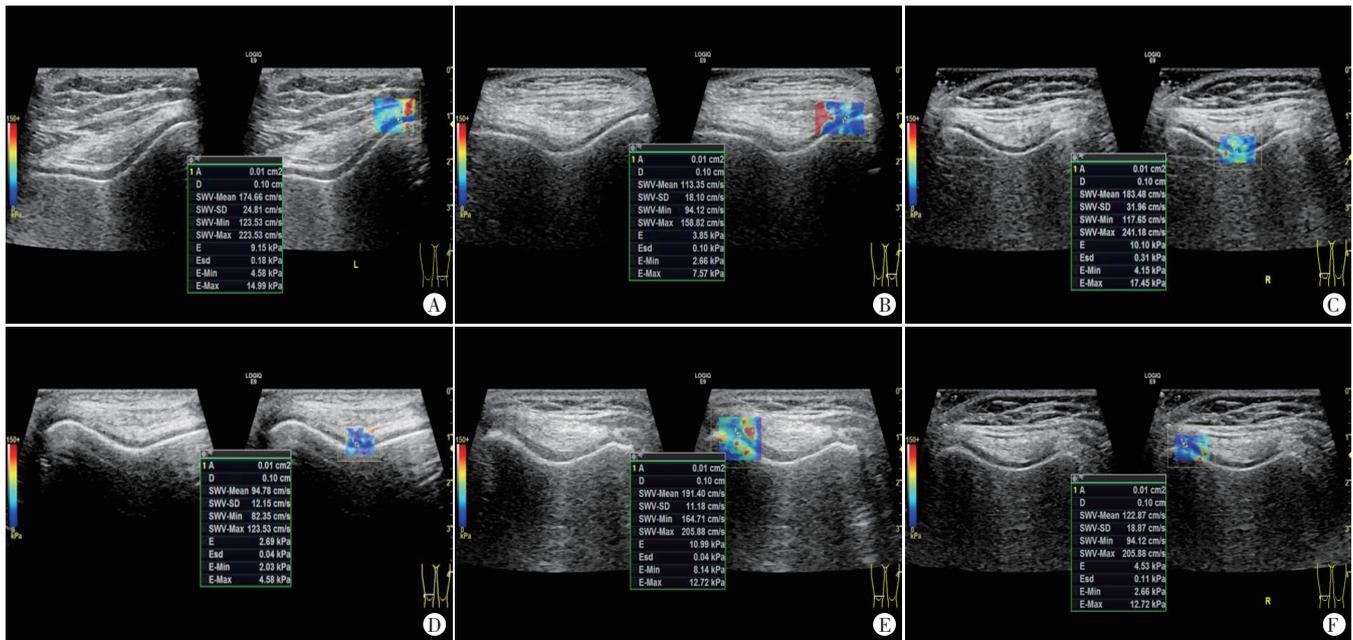
二、不同程度血友病性关节病患者超声检查结果比较

二维超声检查显示,轻、中、重度患者 d1、d2、d3 比较差异无统计学意义。

SWE 检查显示,中、重度患者 E2、E3 及 SWV2、SWV3 均较轻度患者减低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);中、重度患者上述参数比较差异均无统计学意义。轻、中、重度患者 HEAD-US-C 评分比较差异有统计学意义($P = 0.004$),且中、重度患者 HEAD-US-C 评分高于轻度患者(均 $P < 0.05$)。见表 3。

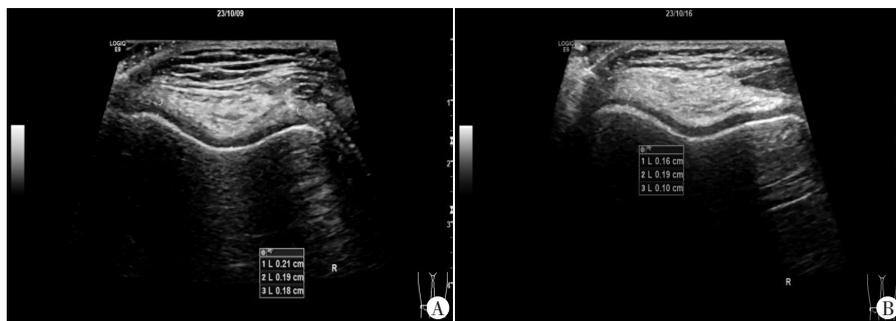
三、相关性分析

相关性分析显示,血友病性关节病患者 E1、E2、E3、SWV1、SWV2、SWV3 均与 HEAD-US-C 评分呈负相关(均 $P < 0.001$)。见表 4。



A: 对照组一志愿者(18岁)左侧膝关节 E1 为 9.15 kPa, SWV1 为 174.66 cm/s; B: 病例组一患者(18岁, HEAD-US-C 评分 1 分)左侧膝关节 E1 为 3.85 kPa, SWV1 为 113.35 cm/s; C: 对照组一志愿者(23岁)右侧膝关节 E2 为 10.10 kPa, SWV2 为 183.48 cm/s; D: 病例组一患者(23岁, HEAD-US-C 评分 2 分)右侧膝关节 E2 为 2.69 kPa, SWV2 为 94.78 cm/s; E: 对照组一志愿者(16岁)右侧膝关节 E3 为 10.99 kPa, SWV3 为 191.40 cm/s; F: 病例组一患者(16岁, HEAD-US-C 评分 1 分)右侧膝关节 E3 为 4.53 kPa, SWV3 为 122.87 cm/s

图1 两组膝关节软骨 SWE 图



A: 对照组一志愿者(21岁), d1、d2、d3分别为0.21 cm、0.19 cm、0.18 cm; B: 病例组一患者(21岁, HEAD-US-C评分1分), d1、d2、d3分别为0.16 cm、0.19 cm、0.10 cm

图2 两组右侧膝关节软骨厚度测量图

表2 病例组与对照组超声检查结果比较

| 组别 | d1(cm) | d2(cm) | d3(cm) | E1(kPa) | E2(kPa) | E3(kPa) | SWV1(cm/s) | SWV2(cm/s) | SWV3(cm/s) |
|------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|------------------------|-------------|
| 病例组 | 0.18(0.12, 0.22) | 0.23(0.17, 0.29) | 0.14(0.11, 0.21) | 6.86(4.09, 10.81) | 7.35±0.42 | 7.96±0.46 | 151.63±6.02 | 158.56(127.72, 182.77) | 159.25±4.92 |
| 对照组 | 0.20(0.17, 0.22) | 0.26(0.21, 0.30) | 0.19(0.15, 0.22) | 6.97(4.53, 9.22) | 9.11±0.38 | 9.39±0.46 | 150.36±4.28 | 172.82(153.20, 187.19) | 173.17±4.71 |
| t/Z值 | -2.007 | -2.179 | -2.880 | -0.042 | 3.116 | 2.166 | -0.172 | -2.551 | 2.034 |
| P值 | 0.038 | 0.029 | 0.004 | 0.970 | 0.002 | 0.033 | 0.864 | 0.011 | 0.044 |

d1、d2、d3: 内侧髌、股骨髌间和外侧髌处关节软骨厚度; E1、E2、E3: 内侧髌、股骨髌间和外侧髌处关节软骨杨氏模量平均值; SWV1、SWV2、SWV3: 内侧髌、股骨髌间和外侧髌处关节软骨剪切波速度

表3 不同程度血友病性关节炎患者超声检查结果比较(̄x±s)

| 程度 | d1(cm) | d2(cm) | d3(cm) | E1(kPa) | E2(kPa) | E3(kPa) | SWV1(cm/s) | SWV2(cm/s) | SWV3(cm/s) | HEAD-US-C评分(分) |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| 轻度 | 0.20±0.07 | 0.26±0.08 | 0.17±0.07 | 8.07±4.11 | 10.50±1.23 | 11.73±3.15 | 159.17±43.37 | 186.86±10.97 | 196.11±27.47 | 0.83±0.75 |
| 中度 | 0.17±0.05 | 0.23±0.04 | 0.16±0.06 | 0.75±4.13 | 6.25±1.42* | 6.91±1.62* | 138.42±24.69 | 143.47±16.63* | 150.79±17.89* | 4.63±1.69* |
| 重度 | 0.18±0.06 | 0.23±0.07 | 0.16±0.06 | 7.66±4.29 | 7.07±3.12* | 7.57±3.16* | 153.31±45.79 | 143.47±35.86* | 154.98±35.46* | 3.61±2.25* |
| F值 | 0.23 | 0.39 | 0.14 | 0.71 | 19.26 | 5.60 | 0.50 | 21.23 | 4.41 | 6.26 |
| P值 | 0.800 | 0.690 | 0.870 | 0.497 | <0.001 | 0.007 | 0.612 | <0.001 | 0.018 | 0.004 |

与轻度比较, *P<0.05。d1、d2、d3: 内侧髌、股骨髌间和外侧髌处关节软骨厚度; E1、E2、E3: 内侧髌、股骨髌间和外侧髌处关节软骨杨氏模量平均值; SWV1、SWV2、SWV3: 内侧髌、股骨髌间和外侧髌处关节剪切波速度

表4 SWE参数与HEAD-US-C评分的相关性分析

| 参数 | HEAD-US-C评分 | |
|------|-------------|--------|
| | r值 | P值 |
| SWV1 | -0.649 | <0.001 |
| SWV2 | -0.833 | <0.001 |
| SWV3 | -0.726 | <0.001 |
| E1 | -0.649 | <0.001 |
| E2 | -0.833 | <0.001 |
| E3 | -0.725 | <0.001 |

HEAD-US-C: 血友病性关节炎超声评估量表

讨论

血友病性关节炎是血友病患者最常见和最严重的并发症, 膝关节、踝关节和肘关节为其主要受累关节^[2]。膝关节软骨作为透明软骨, 具有承重和减震的功能, 其硬度是反映组织功能的重要参数^[13]。膝关节软骨厚度较肘、踝关节软骨小, 且超声图像获取更稳定, 因此本研究选取膝关节软骨作为观察对象。关节软骨原有的微观结构发生改变会导致力学特性发生改变, 其中蛋白多糖量的减少与软骨硬度的降低有

关^[14]。X线能显示骨质异常, 但对关节软骨病变情况显示欠佳; 关节镜可以直接观察关节软骨表面, 评估软骨弹性特征, 但具有侵入性。研究^[15]显示, 实时超声弹性成像可早期识别健康软骨和病理性软骨。Akkaya等^[16]研究表明, 实时超声弹性成像是检测软骨硬度早期变化的可靠手段。SWE作为超声弹性成像技术的一种, 可用于量化组织的弹性特性, 具有操作简便、无创、重复性好等优点^[17]。研究^[18]显示, SWE可用于量化下外侧鼻软骨、肋软骨和耳甲软骨弹性。关节软骨受损是血友病患者关节损伤的一个重要节点, 其损伤后的不可逆性也是导致关节功能障碍, 甚至致残的主要原因, 直接影响患者的生活质量。因此准确评估软骨生化成分和力学特性对于血友病性关节炎的早期诊断和治疗十分重要。本研究应用SWE评估血友病性关节炎患者膝关节软骨早期受损情况, 旨在探讨其临床应用价值。

本研究结果显示, 病例组 d1、d2、d3、E2、E3、SWV2、SWV3 均较对照组减低, 差异均有统计学意义(均P<0.05), 表明血友病性关节炎患者膝关节软骨厚

度变小、软骨硬度减低。Cay 等^[19]研究应用实时超声弹性成像测量股骨软骨病变患者和健康成人的股骨软骨应变率,结果显示病理性软骨压缩性增加,较正常软骨软化,表明实时超声弹性成像可用于区分病理性软骨和正常软骨。本研究结论与其一致。分析原因可能为血友病性关节病患者膝关节腔内出血,关节内滑膜和骨软骨组织暴露在血液中,炎症因子刺激滑膜增生,继而导致出血增多,使软骨基质蛋白多糖合成长期抑制和蛋白多糖含量长期下降,蛋白多糖的丢失降低了软骨的负固定电荷密度,从而限制了液体保留,导致软骨机械性能下降,硬度减低^[20-21]。

本研究还比较了不同程度血友病性关节病患者超声检查结果,发现轻、中、重度患者 d1、d2、d3 比较差异无统计学意义,表明二维超声在评估血友病性关节病分度方面有一定局限;而中、重度患者 E2、E3 及 SWV2、SWV3 均较轻度患者减低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),提示中、重度血友病性关节病患者软骨硬度较轻度患者减低,表明膝关节髁间及外侧髁关节软骨硬度可能与病情严重程度有关。另外,在评估不同程度血友病性关节病患者膝关节软骨受损时,软骨硬度的改变较厚度变化更敏感,表明 SWE 较二维超声的应用价值更高,有助于早期诊断软骨受损情况。

HEAD-US-C 评分作为一个评估疾病活动性和关节损伤的重要工具,其可以定量评估血友病患者的关节状态,并为后续研究提供一个评估疾病进展和监测治疗结果的工具^[12]。本研究轻、中、重度患者 HEAD-US-C 评分比较差异有统计学意义($P = 0.004$),且中、重度患者 HEAD-US-C 评分高于轻度患者(均 $P < 0.05$),这可能是由于超声评估显示中、重度血友病性关节病患者膝关节病变程度较轻度患者更为严重。本研究相关性分析显示,血友病性关节病患者 E1、E2、E3、SWV1、SWV2、SWV3 均与 HEAD-US-C 评分呈负相关(均 $P < 0.001$),表明随着病情进展,反复的关节出血会加重软骨受损,提示 SWE 可为临床制定治疗方案提供参考依据。

本研究的局限性:①样本量较小,尤其对不同程度患者分层分析时,轻、中度患者样本量不足可能会对结果产生一定偏倚;②由于部分患者软骨厚度不足 2 mm,为了降低偏倚,本研究参考相关文献^[22]将 ROI 直径设置为 1 mm,但目前临床对于 ROI 的直径尚无统一标准;③SWE 对操作者要求高,结果具有一定的主观性。今后需进行大样本、前瞻性研究进一步探讨 SWE 评估膝关节软骨受损的临床价值。

综上所述,SWE 可以定量检测血友病性关节病患者膝关节软骨硬度,能较好地评估软骨早期受损情况,可为临床早期诊断和干预提供参考依据,具有较好的临床应用价值。

参考文献

- [1] Berntorp E, Fischer K, Hart DP, et al. Haemophilia [J]. Nat Rev Dis Primers, 2021, 7(1): 45.
- [2] 中华医学会血液学分会血栓与止血学组, 中国血友病协作组. 血友病诊断与治疗中国专家共识(2017年版)[J]. 中华血液学杂志, 2017, 38(5): 364-370.
- [3] Wyseure T, Mosnier LO, von Drygalski A. Advances and challenges in hemophilic arthropathy [J]. Semin Hematol, 2016, 53(1): 10-19.
- [4] Biondić Špoljar I, Ivanac G, Radović N, et al. Potential role of shear wave elastography features in medullary breast cancer differentiation [J]. Med Hypotheses, 2020, 144(11): 110021.
- [5] Barr RG. Shear wave liver elastography [J]. Abdom Radiol (New York), 2018, 43(4): 800-807.
- [6] Makal GB, Güvenç İ. The role of shear wave elastography in differentiating idiopathic granulomatous mastitis from breast cancer [J]. Acad Radiol, 2021, 28(3): 339-344.
- [7] Cantisani V, David E, Grazhdani H, et al. Prospective evaluation of semiquantitative strain ratio and quantitative 2D ultrasound shear wave elastography (SWE) in association with TIRADS classification for thyroid nodule characterization [J]. Ultraschall Med, 2019, 40(4): 495-503.
- [8] Chae SY, Jung HN, Ryou I, et al. Differentiating cervical metastatic lymphadenopathy and lymphoma by shear wave elastography [J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 12396.
- [9] Ryu J, Jeong WK. Current status of musculoskeletal application of shear wave elastography [J]. Ultrasonography, 2017, 36(3): 185-197.
- [10] Deng W, Lin M, Yu S, et al. Quantifying region-specific elastic properties of distal femoral articular cartilage: a shear-wave elastography study [J]. Appl Bionics Biomech, 2022, 2022: 9406863.
- [11] 黄晓军. 血友病 A 诊疗指南(2022年版)[J]. 全科医学临床与教育, 2022, 20(7): 579-583.
- [12] 李军, 郭新娟, 丁小玲, 等. 血友病性关节病 HEAD-US 半定量超声评估量表的临床应用及优化探索 [J]. 中华血液学杂志, 2018, 39(2): 132-136.
- [13] Lakin BA, Snyder BD, Grinstaff MW. Assessing cartilage biomechanical properties: techniques for evaluating the functional performance of cartilage in health and disease [J]. Annu Rev Biomed Eng, 2017, 21(7): 27-55.
- [14] Collins AT, Kulvaranon ML, Cutcliffe HC, et al. Obesity alters the in vivo mechanical response and biochemical properties of cartilage as measured by MRI [J]. Arthritis Res Ther, 2018, 20(1): 232.
- [15] Gungor HR, Agladioglu K, Akkaya N, et al. The effects of smoking on ultrasonographic thickness and elastosonographic strain ratio measurements of distal femoral cartilage [J]. Int J Environ Res Public Health, 2016, 13(4): 434.
- [16] Akkaya S, Akkaya N, Güngör HR, et al. Sonoelastographic evaluation

of the distal femoral cartilage in patients with anterior cruciate ligament reconstruction[J].Eklem hastalik Cerrahisi, 2016, 27(1): 2-8.

[17] Matsuda R, Kumamoto T, Seko T, et al. Reproducibility of elastic modulus measurement of the multifidus using the shear wave elastography function of an ultrasound diagnostic device [J]. J Phys Ther Sci, 2019, 31(8):617-620.

[18] Şahan MH, Bayar Muluk N, Inal M, et al. Sonoelastographic evaluation of the lower lateral nasal cartilage lateral crus, auricular conchal cartilage, and costal cartilage [J]. Facial Plast Surg, 2019, 35(6):678-686.

[19] Cay N, Ipek A, Isik C, et al. Strain ratio measurement of femoral cartilage by real-time elastosonography: preliminary results [J]. Eur Radiol, 2015, 25(4):987-993.

[20] 陈爽, 闫振宇. 血友病关节软骨发病机制的研究进展[J]. 中国实验动物学报, 2022, 30(7):996-1002.

[21] O'Hara J, Walsh S, Camp C, et al. The impact of severe haemophilia and the presence of target joints on health-related quality-of-life [J]. Health Qual Life Outcomes, 2018, 16(1):84.

[22] 安秀艳, 黄春旺, 丛淑珍, 等. 剪切波弹性成像评价膝关节软骨早期退变[J]. 分子影像学杂志, 2021, 44(1):92-95.

(收稿日期:2024-02-12)

· 病例报道 ·

Prenatal echocardiography combined with vascular casting in the diagnosis of double outlet right ventricle and right aortic: a case report

产前超声心动图联合血管铸型诊断胎儿右室双出口并右位主动脉弓1例

常彩虹 张加琪 甘玲

[中图法分类号]R540.45;R714.5

[文献标识码]B

孕妇, 25岁, 孕24⁺3周时我院产前超声心动图检查显示: 胎儿心脏位置正常, 主要位于左侧胸腔, 左、右心房及心室比例正常; 室间隔上部可见4.5 mm回声连续中断。主动脉起自右室, 位于右室右侧缘; 肺动脉起自右室, 骑跨于室间隔之上, 位于主动脉左侧, 两者起始段平行走行。主动脉弓位于气管右侧, 似呈镜像分支, 从左到右依次为左头臂干、右颈总动脉、右锁骨下动脉。动脉导管走行迂曲, 从左肺动脉绕行后连接至左头臂干(图1)。超声心动图提示: ①右室双出口(大动脉转位型); ②室间隔缺损(肺动脉瓣下型); ③肺动脉狭窄; ④右位主动脉弓并镜像分支; ⑤动脉导管连接异常(左肺动脉-动脉导管-左头臂干)。经产前咨询后孕妇及家属决定引产, 胎儿引产后血管铸型结果与产前超声心动图诊断基本相符(图2)。

讨论: 右室双出口是一种临床

较少见的先天性心脏病, 占有先天性心脏病的1%~3%^[1]。其发生机制为胚胎期动脉圆锥发育异常, 导致主动脉瓣和肺动脉瓣下圆锥发育不全, 致使主动脉瓣未向左后方旋转, 主动脉根部位置异常, 保持与肺动脉平行排列的原始状态, 且均起自右室。主动脉弓及其分支来源于胚胎期第4对弓动脉, 其中镜

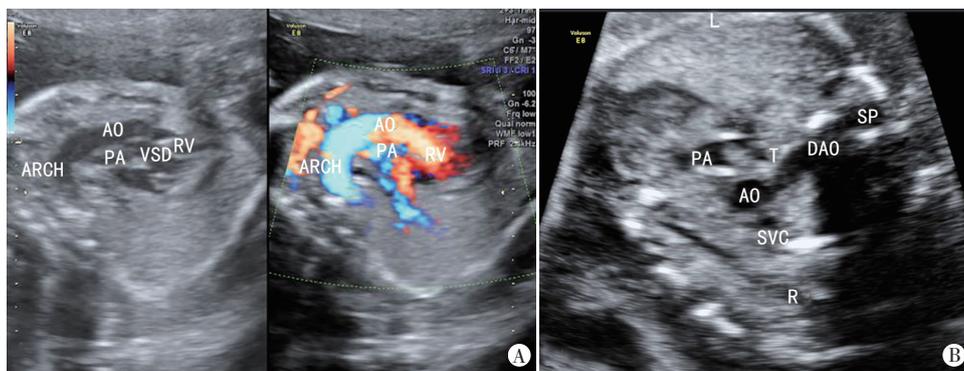


图1 本例胎儿超声心动图表现
A: 主动脉与肺动脉均起自右室, 左、右室相通; B: 三血管气管切面显示主动脉弓及降主动脉位于气管右侧。RV: 右室; VSD: 室间隔缺损; ARCH: 主动脉弓; AO: 主动脉; DAO: 降主动脉; SVC: 上腔静脉; SP: 脊柱; PA: 肺动脉; T: 气管

图1 本例胎儿超声心动图表现

(下转第734页)

基金项目: 湖北省重点研发计划 (2022BCE004); 武汉科技大学研究生创新创业项目 (JCX2023127)

作者单位: 441000 湖北省襄阳市, 武汉科技大学医学院襄阳市第一人民医院研究生联合培养基地超声影像科

通讯作者: 甘玲, Email: xyysgl@163.com