

实时超声弹性成像与能量多普勒在 2 型糖尿病患者跟腱异常中的诊断价值

沈孔剑 盛静 肖美琴 刘兰 李平

摘要 目的 探讨实时超声弹性成像(RTE)与能量多普勒(PDI)在不同病程 2 型糖尿病(T2DM)患者跟腱异常改变中的诊断价值。方法 135 例 T2DM 患者根据病程分为 A 组(病程<5 年)、B 组(病程 5~10 年)及 C 组(病程>10 年), 每组各 45 例, 均行 RTE 技术与 PDI 检查, 获取各组诊断效能。以 MRI 检查结果为金标准, 绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 PDI 和 RTE 对 T2DM 患者跟腱异常的诊断效能。结果 PDI 检查显示, A 组血流分级 0 级 42 例, I 级 3 例; 诊断准确率 84.44%, 敏感性 30.00%, 特异性 100%。B 组血流分级 0 级 39 例, I 级 5 例, II 级 1 例; 诊断准确率 82.22%, 敏感性 42.86%, 特异性 100%。C 组血流分级 0 级 37 例, I 级 6 例, II 级 2 例; 诊断准确率 80.00%, 敏感性 47.06%, 特异性 100%。RTE 检查显示, A 组弹性分级 1 级 31 例, 2 级 6 例, 3 级 8 例; 诊断准确率 95.56%, 敏感性 80.00%, 特异性 94.59%。B 组弹性分级 1 级 26 例, 2 级 7 例, 3 级 12 例; 诊断准确率 95.56%, 敏感性 85.71%, 特异性 93.94%。C 组弹性分级 1 级 23 例, 2 级 7 例, 3 级 15 例; 诊断准确率 95.56%, 敏感性 88.23%, 特异性 93.33%。A、B、C 组应变率比值分别为 2.79±0.60、3.58±1.15、4.39±1.37, 各组两两比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。ROC 曲线分析显示, 弹性成像分级法诊断 T2DM 患者跟腱异常的曲线下面积为 0.927, 高于应变率比值和 PDI, 差异均有统计学意义($Z=-6.018$ 、 -2.134 , 均 $P<0.05$)。结论 RTE 与 PDI 对 T2DM 患者跟腱异常改变均有一定诊断价值, 但 RTE 价值较 PDI 更高。

关键词 超声弹性成像, 实时; 能量多普勒; 2 型糖尿病; 跟腱异常改变

[中图分类号] R445.1; R587.1; R686.1

[文献标识码] A

Value of real-time ultrasonic elastography and power Doppler in the diagnosis of abnormal changes of achilles tendon in type 2 diabetes patients

SHEN Kongjian, SHENG Jing, XIAO Meiqin, LIU Lan, LI Ping

Department of Ultrasound, the Second People's Hospital of Yuhuan City, Zhejiang 317605, China

ABSTRACT Objective To explore the value of real-time ultrasonic elastography(RTE) and power Doppler(PDI) in the diagnosis of abnormal changes of achilles tendon in patients with different courses of type 2 diabetes(T2DM). **Methods** According to the disease course, 135 patients with T2DM were divided into group A(disease course <5 years), group B(disease course 5~10 years), and group C(disease course > 10 years), with 45 cases in each group, all underwent RTE and PDI, the diagnostic efficacy was obtained. Taking the results of MRI as golden standard, receiver operating characteristic(ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic efficacy of PDI and RTE for achilles tendon abnormalities in T2DM patients. **Results** PDI showed that in group A, there were 42 cases of blood flow grade 0, 3 cases of grade I, the diagnostic accuracy was 84.44%, the sensitivity was 30.00%, and the specificity was 100%. In group B, there were 39 cases of blood flow grade 0, 5 cases of grade I, 1 case of grade II, the diagnostic accuracy was 82.22%, the sensitivity was 42.86%, and the specificity was 100%. In group C, 37 cases of blood flow grade 0, 6 cases of grade I, 2 cases of grade II, the diagnostic accuracy was 80.00%, the sensitivity was

基金项目: 成都中医药大学 2020 年度“杏林学者”医院专项基金项目(YYZX2020058)

作者单位: 317605 浙江省玉环市第二人民医院超声科(沈孔剑、盛静、肖美琴、刘兰); 重庆市中医院骨科(李平)

通讯作者: 李平, Email: 47961957@qq.com

47.06%, the specificity was 100%. RTE showed that in group A, there were 31 cases of elastography grade 1, 6 cases of grade 2, and 8 cases of grade 3, the diagnostic accuracy was 95.56%, the sensitivity was 80.00%, and the specificity was 94.59%. In group B, there were 26 cases of elastography grade 1, 7 cases of grade 2, and 12 cases of grade 3, the diagnostic accuracy was 95.56%, the sensitivity was 85.71%, and the specificity was 93.94%. In group C, there were 23 cases of elastography grade 1, 7 cases of grade 2, 15 cases of grade 3, the diagnostic accuracy was 95.56%, the sensitivity was 88.23%, and the specificity was 93.33%. The strain rate ratios of groups A, B, and C were 2.79 ± 0.60 , 3.58 ± 1.15 , and 4.39 ± 1.37 , respectively, and the difference between each group were statistically significant (all $P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve of elastography grading for the diagnosis of achilles tendon abnormalities in T2DM patients was 0.927, which was higher than that of strain rate ratio and PDI ($Z = -6.018$, -2.134 , both $P < 0.05$). **Conclusion** RTE and PDI both have a certain value in the diagnosis of achilles tendon abnormalities in T2DM patients, while the value of RTE is higher than that of PDI.

KEY WORDS Ultrasonic elastography, real-time; Power Doppler; Type 2 diabetes; Abnormal changes of achilles tendon

在糖尿病的发生、发展过程中,跟腱会出现一系列异常改变。研究^[1]显示,持续的高血糖状态是导致肌腱病变的重要原因,且会在一定程度上放大肌腱损伤因素的作用。一旦肌腱发生异常改变,则会引起组织破坏及糖尿病足溃疡。因此,早发现、早治疗对延缓跟腱病变进程及降低糖尿病足的发生风险具有重要意义。随着影像学技术的发展,实时超声弹性成像(real-time ultrasonic elastography, RTE)可通过显示跟腱的弹性改变及早发现亚临床异常,为跟腱改变的早期诊断提供依据;能量多普勒(power Doppler imaging, PDI)可通过反映跟腱的血流情况为临床诊断提供参考^[2]。本研究选取 135 例不同病程的 2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)患者,旨在探讨 RTE 与 PDI 对 T2DM 患者跟腱异常改变的诊断价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2017 年 2 月至 2020 年 2 月我院收治的 135 例 T2DM 患者,男 68 例,女 67 例,年龄 38~76 岁,平均(57.12 ± 2.32)岁,病程 2~16 年,平均(8.62 ± 1.25)年。根据糖尿病病程分为 A 组(病程 < 5 年)、B 组(病程 5~10 年)、C 组(病程 > 10 年),每组各 45 例;各组一般资料比较差异均无统计学意义。纳入标准:①符合《中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)》^[3]中相关诊断标准;②认知功能正常;③无恶性肿瘤等疾病;④入组前 1 周末使用相关药物治疗。排除标准:①伴有跟腱滑膜炎;②伴有糖尿病足病史;③由外伤引起的跟腱异常。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均知情同意。

二、仪器与方法

1. 超声检查:使用日立 HI VISION Preirus 彩色多普勒超声诊断仪,线阵探头,频率 7~13 MHz。患者取

俯卧位,双脚悬挂于检查床外,充分暴露足跟。先行二维超声检查,探头与跟腱垂直纵向与横向扫查,清晰显示跟腱及其周围组织结构;然后使用 PDI 观察跟腱内部血流情况,降低彩色增益,以达到检测血流最敏感状态;最后切换至 RTE 模式,将感兴趣区(大小为 $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$)置于患者跟腱处,选择深度约为跟腱厚度的 3 倍,使用手法加压,探头与跟腱垂直,轻微振动并显示跟腱组织及其弹性图像。设感兴趣区内跟腱部位应变率为 A,跟腱深部脂肪组织应变率为 B,两者比值为应变率比值,计算 3 次取平均值。

2. MRI 检查:使用西门子 Magnetom Avanto 1.5 T 超导磁共振成像仪,选择足部专用线圈,根据足部病变位进行矢状面、冠状面及横轴面扫描。

3. 诊断标准:①跟腱血流信号采用半定量分级法^[4]评估。0 级,未见血流信号;I 级,探及 1~2 处血流信号,呈点状;II 级,探及 2~3 支小血管;III 级,探及 4 条以上血管,或血管交织呈网状;0 级为正常, I~III 级为跟腱异常改变。②弹性成像分级法^[5]:1 级,跟腱大部分为蓝色;2 级,跟腱为蓝绿相间,绿色占比更多;3 级,跟腱为蓝绿相间,见少量片状红色;1、2 级判为正常,3 级判为跟腱异常改变。③MRI 检查标准^[6]:跟腱增粗,前后直径 > 6 mm,前缘凸起,前后缘不平行, T1WI 及脂肪抑制 T2WI 序列显示跟腱内局灶性高信号判为跟腱异常改变;矢状位显示前后缘平行的边缘光滑带状结构, T1WI、T2WI 序列显示为均质的低信号结构,轴位显示跟腱前缘平行、后缘略凸的半弧形结构判为跟腱正常。

三、统计学处理

应用 SPSS 22.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,行 t 检验;计数资料以例或率表示,行 χ^2 检验。以 MRI 检查结果为金标准,绘制受试者工作特征(ROC)曲

线分析 PDI 和 RTE 对 T2DM 患者跟腱异常的诊断效能。P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

135 例患者,经 MRI 确诊为跟腱异常改变 41 例,其中 A 组 10 例, B 组 14 例, C 组 17 例。

一、PDI 检查情况

PDI 检查显示, A 组血流分级 0 级 42 例, I 级 3 例; 诊断准确率 84.44%, 敏感性 30.00%, 特异性 100%。 B 组血流分级 0 级 39 例, I 级 5 例, II 级 1 例; 诊断准确率 82.22%, 敏感性 42.86%, 特异性 100%。 C 组血流分级 0 级 37 例, I 级 6 例, II 级 2 例, 诊断准确率 80.00%, 敏感性 47.06%。 特异性 100%。 见表 1~3。

二、RTE 检查情况

1. RTE 检查显示, A 组弹性成像分级 1 级 31 例,

2 级 6 例, 3 级 8 例; 诊断准确率 95.56%, 敏感性 80.00%, 特异性 94.59%。 B 组弹性成像分级 1 级 26 例, 2 级 7 例, 3 级 12 例; 诊断准确率 95.56%, 敏感性 85.71%, 特异性 93.94%。 C 组弹性成像分级 1 级 23 例, 2 级 7 例, 3 级 15 例; 诊断准确率 95.56%, 敏感性 88.23%, 特异性 93.33%。 见表 4~6 和图 1。

2. A、B、C 组应变率比值分别为 2.79±0.60、3.58±1.15、4.39±1.37, 各组两两比较差异均有统计学意义 (均 P<0.05)。 见图 2。

三、ROC 曲线分析

ROC 曲线分析显示, PDI、弹性成像分级法、应变率比值诊断 T2DM 患者跟腱异常的 AUC 分别为 0.707、0.927、0.541; 弹性成像分级法的 AUC 高于应变率比值和 PDI, 差异均有统计学意义 (Z=-6.018、-2.134, 均 P<0.05)。 见表 7 和图 3。

表 1 A 组患者 PDI 检查情况 例

PDI	MRI		合计
	异常	正常	
异常	3	0	3
正常	7	35	42
合计	10	35	45

表 2 B 组患者 PDI 检查情况 例

PDI	MRI		合计
	异常	正常	
异常	6	0	6
正常	8	31	39
合计	14	31	45

表 3 C 组患者 PDI 检查情况 例

PDI	MRI		合计
	异常	正常	
异常	8	0	8
正常	9	28	37
合计	17	28	45

表 4 A 组患者弹性成像分级法检查情况 例

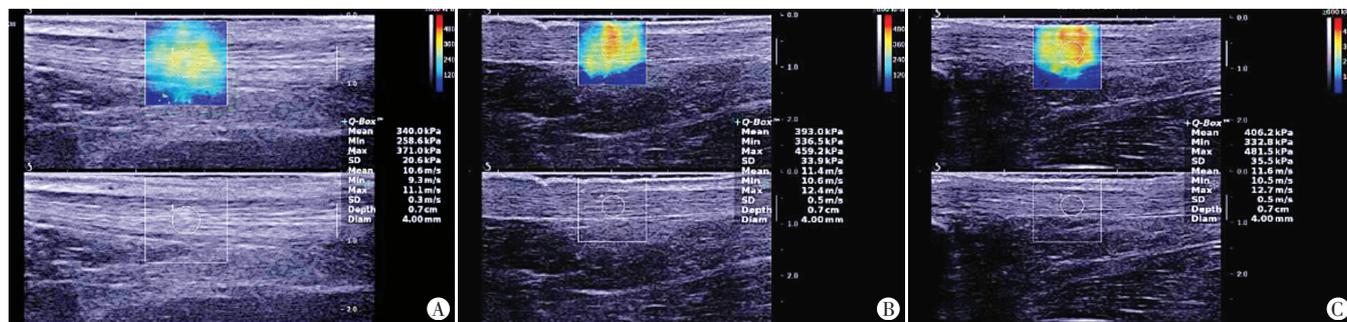
弹性成像分级法	MRI		合计
	异常	正常	
异常	8	0	8
正常	2	35	37
合计	10	35	45

表 5 B 组患者弹性成像分级法检查情况 例

弹性成像分级法	MRI		合计
	异常	正常	
异常	12	0	12
正常	2	31	33
合计	14	31	45

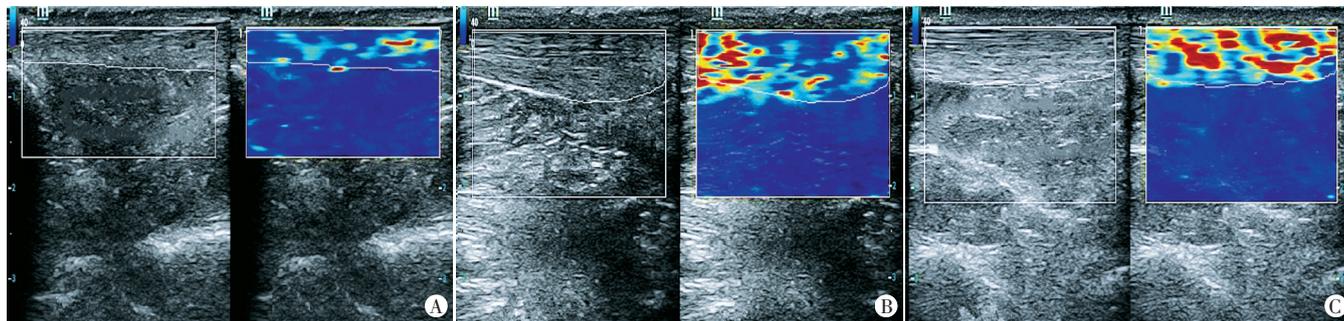
表 6 C 组患者弹性成像分级法检查情况 例

弹性成像分级法	MRI		合计
	异常	正常	
异常	15	0	15
正常	2	28	30
合计	17	28	45



A: A 组弹性成像分级为 1 级; B: B 组弹性成像分级为 2 级; C: C 组弹性成像分级为 3 级

图 1 各组 RTE 图



A:A组应变率比值为2.8;B:B组应变率比值为3.6;C:C组应变率比值为4.4

图2 各组应变率比值测量图

表7 不同方法诊断T2DM患者跟腱异常的ROC曲线分析

方法	曲线下面积	截断值	标准误	P值	95%可信区间		约登指数	敏感性 (%)	特异性 (%)
					下限	上限			
PDI	0.707	1.5	0.055	<0.001	0.600	0.815	0.415	41.50	100
弹性成像分级法	0.927	1.5	0.033	<0.001	0.862	0.991	0.854	85.40	100
应变率比值	0.541	1.5	0.055	0.454	0.433	0.649	0.082	22.00	86.20

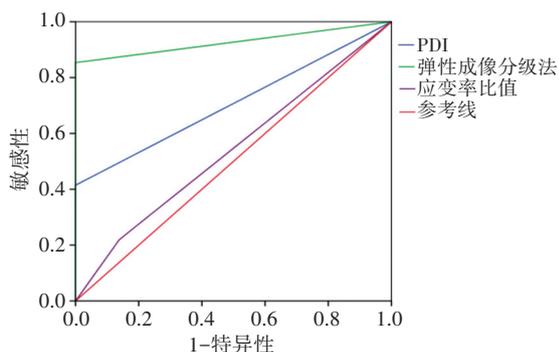


图3 PDI、弹性成像分级法、应变率比值诊断T2DM患者跟腱异常的ROC曲线图

讨论

糖尿病是一种以高血糖为主要特征的代谢疾病,在其发生、发展过程中,患者跟腱会出现组织结构异常。一旦跟腱出现异常改变,会在一定程度上加重前足足底应力,引起组织破坏,甚至引发糖尿病足溃疡^[7],因此,及早发现跟腱异常尤为重要。MRI是检查跟腱损伤的金标准,其形态及信号的改变对跟腱损伤的诊断具有重要价值,但该方法费用高,重复性不佳,临床应用受限。RTE是通过计算组织应变及弹性模量值来评估其弹性及硬度,可为因胶原结构退行性改变所引起的肌腱撕裂或断裂等情况提供参考信息^[8-9],具有无创、操作简便、重复性好等优势。PDI则是通过观察跟腱内部血流情况为临床诊断提供参考。本研究旨在对比分析RTE与PDI对不同病程T2DM患者跟腱异常改变的诊断价值。

研究^[10]显示,虽然PDI对显示细小低速血流较为敏感,但仍未发现T2DM病程≤10年与病程>10年患者

跟腱血流信号分布的差异性,故认为PDI的临床应用有一定局限性。本研究结果也发现,PDI的诊断敏感性较低,进一步使用RTE评估不同病程患者的跟腱情况,发现C组患者弹性成像分级3级所占比例高于A、B组,而B组患者弹性成像分级3级所占比例高于A组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),表明C组患者跟腱硬度更高,且随病程进展跟腱硬度会进一步增加。分析原因可能为:糖尿病患者伴有代谢紊乱,长期处于高血糖状态,易导致细胞缺血、缺氧,增加糖基化终末产物,诱发氧化应激反应;而肌腱组织主要是由成纤维细胞构成,肌腱细胞是由不溶性的胶原蛋白、弹性胶原蛋白及可溶性蛋白聚糖等成分构成,在糖尿病的病理作用下,会减少肌腱细胞的营养因子,促使跟腱细胞失去弹性,降低跟腱的抗力能力;且糖尿病的病理作用还会在一定程度上影响其增殖及胶原合成的作用,导致跟腱硬度增加。本研究结果还发现C组应变率比值高于A、B组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),与李嵩秀等^[11]研究结果基本一致。表明随着糖尿病病程的延长,跟腱弹性和硬度改变越发明显。

本研究ROC曲线分析显示,PDI、弹性成像分级法、应变率比值诊断T2DM患者跟腱异常的AUC分别为0.707、0.927、0.541,弹性成像分级法的AUC高于PDI和应变率比值(均 $P<0.05$),提示其能更客观、准确地评估T2DM患者跟腱弹性的异常改变,具有更高的预测价值。同时也说明RTE能通过观察跟腱结构及其弹性的变化,如跟腱长度、厚度及跟腱弹性分级、应变率比值等,为临床诊断及疗效评估提供参考信息。

综上所述,RTE与PDI对T2DM患者跟腱异常改

变均有一定诊断价值,但 RTE 价值较 PDI 更高,能为临床诊断、治疗提供参考依据。但本研究样本量较小,RTE 检查结果可能受操作者主观因素影响,建议由经验丰富的超声医师进行相关检查。

参考文献

- [1] 逯雪峰,张瞳,杨华睿,等.2型糖尿病患者跟腱病变的超声特征[J].中国超声医学杂志,2020,36(2):177-180.
- [2] Kruse A, Stafilidis S, Tilp M. Ultrasound and magnetic resonance imaging are not interchangeable to assess the achilles tendon cross-sectional-area[J]. Eur J Appl Physiol, 2017, 117(1): 73-82.
- [3] 中华医学会糖尿病学分会.中国2型糖尿病防治指南(2017年版)[J].中国实用内科杂志,2018,38(4):292-344.
- [4] 陈仕宇,臧国礼,许伟莹,等.高频超声对类风湿性跟腱病的诊断价值[J].中国医学影像学杂志,2017,25(9):702-706.
- [5] 李雪敏,张宇虹,苏本利.二维高频超声及能量多普勒超声评价2型糖尿病患者跟腱异常改变[J].中国临床医学影像杂志,2015,26(8):593-596.
- [6] 何伟红,符熙,柯祺,等.2型糖尿病跟腱厚度的初步研究[J].放射学实践,2019,34(2):193-196.
- [7] 王玥,刘俐,刘欣婷,等.超声弹性成像评价健康成人跟腱的初步探讨[J].临床超声医学杂志,2012,14(7):436-439.
- [8] Skypala J, Jandacka D, Hamill J. Reliability of a measurement technique for achilles tendon length[J]. J Sports Sci, 2019, 37(20): 2389-2395.
- [9] 张帆,李慧,雷威,等.高频超声检测2型糖尿病患者下肢周围神经病变的临床价值[J].东南大学学报(医学版),2018,37(4):583-587.
- [10] Snoj Ž, Wu CH, Taljanovic MS, et al. Ultrasound elastography in musculoskeletal radiology: past, present, and future[J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2020, 24(2): 156-166.
- [11] 李嵩秀,张宇虹,苏本利.实时超声弹性成像技术评价2型糖尿病患者跟腱弹性[J].中国医学影像技术,2015,31(8):1267-1270.

(收稿日期:2021-03-28)

· 病例报道 ·

Ultrasonic misdiagnosis of immature teratoma of fetal anterior mediastinum: a case report 胎儿前纵隔未成熟性畸胎瘤超声误诊 1 例

陈佳 邬霞 唐绪明 江韦

[中图法分类号]R445.1;R714.5

[文献标识码]B

孕妇,28岁,孕1产0,体质指数 32.4 kg/m²,无家族疾病史、其他疾病史、药物过敏史等。孕24周行产前常规超声检查:于胎儿右侧胸腔探及一大小约 13 mm×10 mm×10 mm 的异常回声,边界较清,形态欠规则,其内由多个无回声融合,该异常回声与右肺及胸腺分界欠清,后方靠近上腔静脉;CDFI于异常回声内部及周边均未探及明显血流信号(图1)。羊水量正常,胎儿胸腔及心包均未见明显积液,心脏未见明显移位,其余结构未见明显异常。超声提示:胎儿右侧胸腔囊性占位(来源于右肺?囊腺瘤?)。MRI检查:胎儿前上纵隔偏右侧见团状囊实性异常信号影,边界较清晰,大小约 3.9 cm×2.2 cm×2.8 cm,以实性成分为主,实性成分 T1WI 呈等信号、T2WI 呈稍高信号、DWI 呈混杂稍高及低信号,多发大小不等类圆形、条索囊性成分主要位于病变右侧,气管、主支气管向后推挤受压,上腔静脉向后推移,胸腺及心脏受压稍向左下移位。MRI提示:前上纵隔占位性病变,考虑肿瘤性病变,生殖细胞来源?孕妇后行引产,引产儿外观未见明显异常,超声检查:于右侧胸腔探及一大小 39 mm×26 mm×24 mm 的混合回声,其内可见 14 mm×11 mm×10 mm 的

无回声,无回声位于混合回声背侧边缘,靠近上腔静脉,该混合回声与右肺分界明确,未能探及其与胸腺确切关系(图2)。肿块病理标本:大小 40 mm×30 mm×25 mm,切开为囊实性,以实性为主,质软;镜下可见原始神经管(图3),另见成熟神经组织、毛囊,与胸腺组织有分界,紧邻变薄的胸腺组织(图4)。病理诊断:前纵隔未成熟性畸胎瘤(1级)。

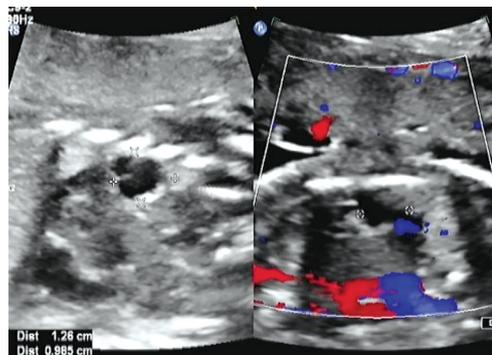


图1 声像图示胎儿右侧胸腔囊性结构

(下转第933页)