·经验交流·

高分辨率血流联合时间-空间复合成像鉴别诊断胎儿右位主动脉弓镜像分支与双主动脉弓的价值

李天刚　王艺璇　马　斌　铁红霞　王　倩　姚娟敏

摘　要　目的　探讨高分辨率血流(HD-Flow)联合时间-空间复合成像(STIC)对胎儿右位主动脉弓镜像分支(RAA-MB)与双主动脉弓(DAA)的鉴别诊断价值。**方法**　回顾性分析我院经胎儿超声心动图诊断的12例RAA-MB和6例DAA胎儿的二维超声心动图、HD-Flow及STIC图像，出生后随访新生儿心脏情况，分析HD-Flow联合STIC在RAA-MB与DAA鉴别诊断中的效能。**结果**　共11例RAA-MB和6例DAA均获得了满意的二维超声心动图、HD-Flow彩色血流图及STIC三维立体血流图，二维超声心动图联合HD-Flow诊断RAA-MB、DAA的准确率分别为75.0%、83.3%，HD-Flow联合STIC诊断RAA-MB和DAA的准确率均为100%。**结论**　HD-Flow联合STIC可有效鉴别RAA-MB与DAA，具有重要的临床价值。

关键词　超声心动描记术；时间-空间复合成像；胎儿；右位主动脉弓镜像分支；双主动脉弓

[**中图分类号**]R540.45；R541.1　　[**文献标识码**]A

Value of high-definition flow combined with spatio-temporal image correlation in the differential diagnosis of fetal right aortic arch with mirror branch and double aortic arch

LI Tiangang, WANG Yixuan, MA Bin, TIE Hongxia, WANG Qian, YAO Juanmin

Department of Ultrasound, Gansu Provincial Maternity and Child-care Hospital, Lanzhou 730050, China

ABSTRACT　Objective　To explore the value of high-definition flow combined with spatio-temporal image correlation in the differential diagnosis of fetal right aortic arch with mirror branch(RAA-MB) and double aortic arch(DAA).**Methods**　Twelve cases RAA-MB and six cases DAA diagnosed by fetal echocardiography in our hospital were selected, the data of two-dimensional echocardiography(2DE), HD-Flow and HD-Flow combined STIC were retrospectively analyzed. Neonatal cardiac conditions were followed up after birth, and the efficacy of HD-Flow combined STIC in the differential diagnosis of RAA-MB and DAA was analyzed.**Results**　Satisfactory 2DE, HD-Flow and STIC images in 11 RAA-MB cases and 6 DAA cases were obtained. The accuracy of 2DE combined with HD-Flow in diagnosing of RAA-MB and DAA were 75.0% and 83.3%, respectively. The accuracy of HD-Flow combined with STIC in diagnosing of RAA-MB and DAA were both 100%.**Conclusion**　HD-Flow combined STIC can effectinely distinguish fetal RAA-MB and DAA, which has important clinical value.

KEY WORDS　Echocardiography; Spatio-temporal image correlation; Fetus; Right aortic arch with mirror branch; Double aortic arch

先天性血管环(VR)是胎儿主动脉弓及其分支的先天性异常，包括完全血管环(CVR)和不完全VR。VR临床较罕见，发生率为0.02%~0.10%[1-2]，可单独存在或伴发其他畸形[3]。由于CVR可以完全包绕气管及食管，导致气管或食管受压，因此出生后可引起呼吸或进食困难。常见的CVR包括右位主动脉弓合并迷走左锁骨下动脉(RAA-ALSA)、右位主动脉弓镜像分支

基金项目：甘肃省自然科学基金项目(21JR1RA048)

作者单位：730050　兰州市，甘肃省妇幼保健院超声科

通讯作者：姚娟敏，Email：1119321911@qq.com

(RAA-MB)及双主动脉弓(DAA),其中RAA-ALSA临床较易诊断,而RAA-MB与DAA鉴别诊断较困难。应用胎儿超声心动图检查可以检出大部分CVR,为产前咨询提供准确信息。而高分辨率血流(HD-Flow)联合时间-空间复合成像(STIC)可以观察胎儿心腔、大动脉和静脉间的空间立体结构,立体显示血管之间连接及毗邻关系,增加诊断信心。本研究应用HD-Flow联合STIC技术鉴别诊断RAA-MB与DAA,旨在为临床诊断提供参考。

资料与方法

一、临床资料

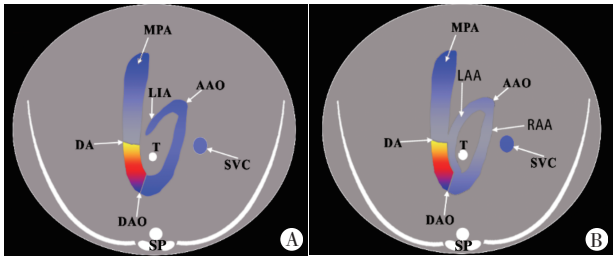
回顾性分析2017年3月至2020年12月在我院经胎儿超声心动图诊断的RAA-MB和DAA胎儿的超声检查及临床资料,均为单胎,其中RAA-MB组12例,孕妇年龄19~44岁,平均(29.42±6.56)岁,初次检查时间为孕22^{+3}~33^{+4}周,其中10例经阴道分娩,2例经剖宫产分娩;DAA组6例,孕妇年龄26~36岁,平均(29.67±3.83)岁,初次检查时间为孕23^{+1}~26^{+4}周,均经阴道分娩。排除标准:①RAA-MB动脉导管起源于左无名动脉;②引产后无病理检查结果;③超声或临床资料不完整;④出生后未明确诊断;⑤失访。两组孕妇年龄、分娩孕周、新生儿体质量比较,差异均无统计学意义。本研究经我院医学伦理委员会批准,入选者均知情同意。

二、仪器与方法

1.超声检查:使用GE E 10彩色多普勒超声诊断仪,腹部容积探头,频率2.0~5.0 MHz。首先行产科常规超声检查判断胎儿是否合并心外结构异常,依次获取胎儿心脏各检查切面。取胎儿三血管气管(3VT)切面观察气管与主动脉关系及有无VR形成。当发现有CVR后,排除RAA-ALSA,进行HD-Flow检查并获取完整STIC容积成像,调整X、Y及Z轴获得CVR立体形态,判断CVR血管走行。CVR分型由两名从事胎儿超声心动图检查的副主任医师共同完成,分别调取胎儿心脏超声静态及动态二维超声心动图、HD-Flow彩色血流图及STIC三维立体血流图进行分析及判断。

2.分型标准:CVR分型示意图见图1。①RAA-MB判断标准:二维超声心动图及HD-Flow彩色血流图3VT切面显示主动脉弓位于气管右侧,导管弓位于气管左侧,无迷走锁骨下动脉,主动脉弓第一支发出左无名动脉,右位主动脉弓、动脉导管及肺动脉围绕气管形成"U"形血管环;STIC三维立体血流图清晰显示"U"形血管环,右位主动脉弓的第1分支为左无名动脉,且未与降主动脉或动脉导管相连接;②DAA判断标准:二维超声心动图及HD-Flow彩色血流图3VT切面显示左、右位主动脉弓形成环绕气管的"O"形血管环,动脉导管位于左位主动脉弓左侧,与血管环形成"6"或"9"形,气管冠状切面表现为气管两侧分别存在一圆形的无回声结构,分别为左、右位主动脉弓;STIC三维立体血流图清晰显示"O"形血管环包绕气管,动脉导管位于左位主动脉弓左侧,且左位主动脉弓、右位主动脉弓及动脉导管均汇入降主动脉。

3.一般资料收集和临床随访:收集孕妇年龄、孕周、超声检查次数、胎儿是否合并结构异常等信息。所有胎儿随访至出生后确诊或手术后,记录分娩孕周、新生儿体质量,患儿出生后RAA-MB、DAA确诊依据超声心动图或CTA结果。



A:RAA-MB表现为右位主动脉弓、动脉导管回流入降主动脉,左无名动脉向头侧走行;B:DAA表现为左、右位主动脉弓及动脉导管均回流入降主动脉。RAA:右位主动脉弓;LAA:左位主动脉弓;LIA:左无名动脉;DA:动脉导管;DAO:降主动脉;AAO:升主动脉;MPA:主肺动脉;SVC:上腔静脉;T:气管;SP:脊柱

图1 CVR分型示意图

结　果

一、两组胎儿合并其他结构异常情况

RAA-MB组合并其他结构异常3例,分别为室间隔缺损、左室强回声点、永存左上腔静脉并左室强回声点;DAA组合并法洛四联症1例,其余均为孤立性DAA。见表1。所有胎儿均随访至出生后确诊或手术后,RAA-MB组有1例经产后CTA诊实为DAA,为误诊病例;DAA组均经CTA证实。

表1 4例合并其他超声异常情况

合并异常	例数	检查时间	分型
室间隔缺损	1	孕28^{+2}周	RAA-MB
左室强回声点	1	孕24^{+3}、34^{+1}周	RAA-MB
永存左上腔静脉、冠状静脉窦增宽、左室强回声点	1	孕23^{+5}、33^{+1}周	RAA-MB
法洛四联症	1	孕23^{+4}、33^{+2}周	DAA

二、两组不同方法超声表现

RAA-MB、DAA胎儿产前超声图及产后CTA图见图2,3。

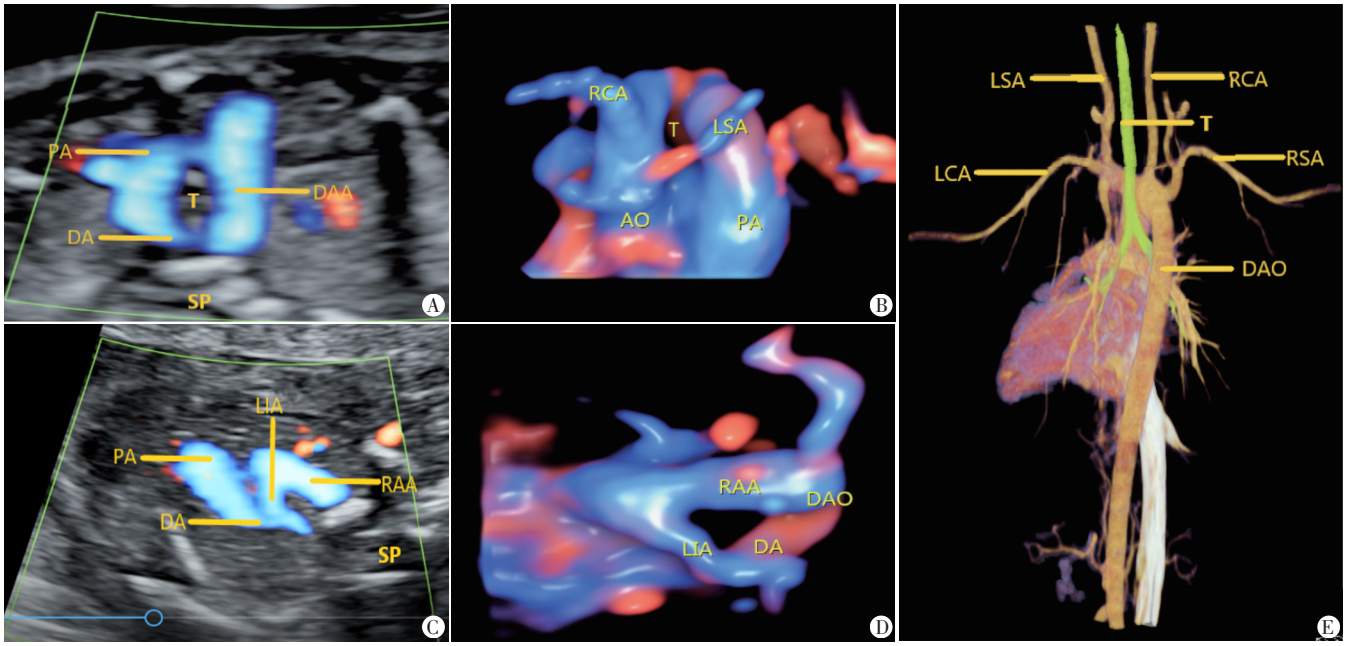
RAA-MB组9例中孕期(孕22~28周)首次行超声检查,3例晚孕期(孕28~40周)首次行超声检查,整个孕期超声检查次数1~3次,中孕期与晚孕期的二维超声心动图及HD-Flow彩色血流图均显示满意。中孕期二维超声心动图联合HD-Flow明确诊断RAA-MB 7例,且均获取满意的STIC三维立体血流图;2例由于左无名动脉与动脉导管距离较近,彩色血流部分重叠不能判断具体分型,行HD-Flow及STIC检查后均清晰显示左无名动脉与动脉导管及右位主动脉弓立体位置关系(图2)。3例晚孕期诊断的RAA-MB中有2例均获得满意的HD-Flow彩色血流图及STIC三维立体血流图,另1例虽获取了满意的HD-Flow彩色血流图,但由于孕周较大未获取满意的STIC三维立体血流图,出生后确诊为DAA。

DAA组均于中孕期首次行超声检查,整个孕期超声检查次数1~2次,且二维超声心动图及HD-Flow彩色血流图均显示满意。其中二维超声心动图联合HD-Flow明确诊断DAA 5例,且均获取满意的STIC三维立体血流图;1例由于左位主动脉弓较

细，血流不易显示，难以判断血管环分型，行HD-Flow及STIC检查清晰显示左、右位主动脉弓及动脉导管均汇入降主动脉（图3）。

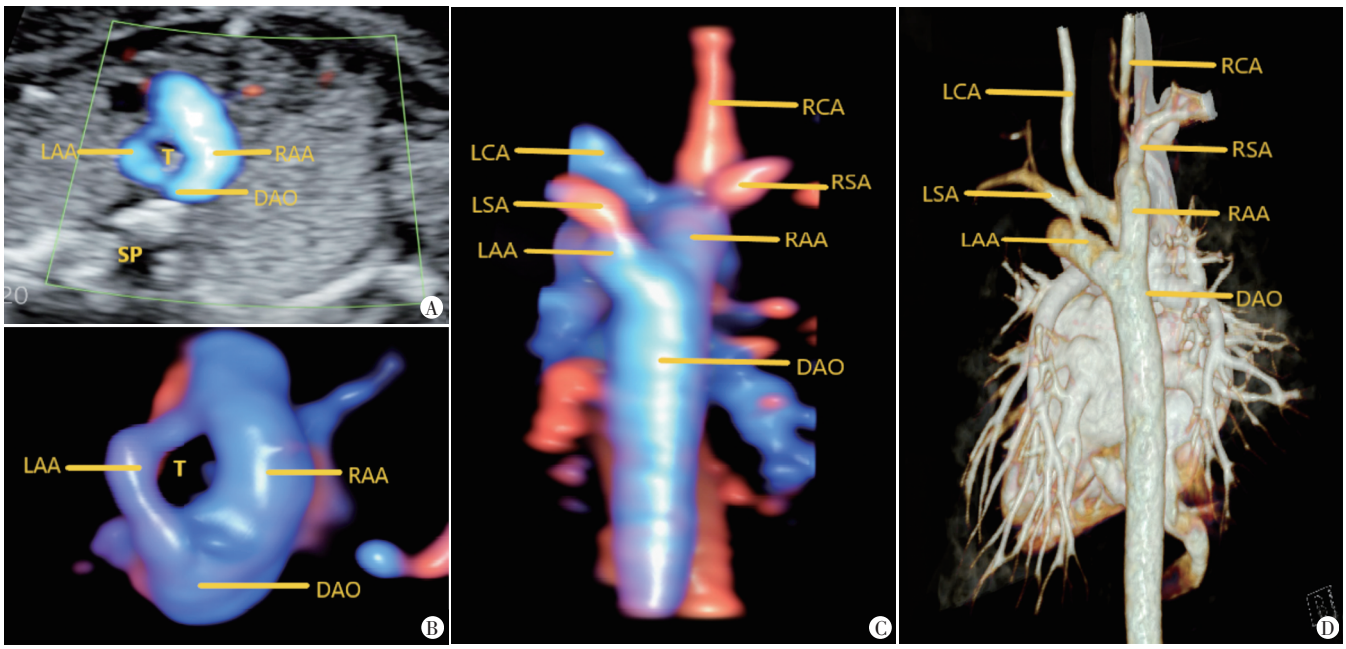
三、两组不同方法诊断准确率比较

二维超声心动图联合HD-Flow诊断RAA-MB的准确率为75.0%，HD-Flow联合STIC诊断RAA-MB的准确率为100%；二维超声心动图联合HD-Flow诊断DAA的准确率为83.3%，HD-Flow联合STIC诊断DAA的准确率为100%。见表2。



A：二维超声心动图显示右位主动脉弓、动脉导管及肺动脉形成“U”形血管环；B：同图A切面，HD-Flow联合STIC可立体、直观显示“U”形血管环及左无名动脉立体空间连接关系；C：二维超声心动图显示右位主动脉弓与左无名动脉及动脉导管走行，左无名动脉与动脉导管血流部分重叠；D：同图C切面，HD-Flow联合STIC可立体、直观显示左无名动脉与动脉导管立体空间连接关系；E：患儿出生后CTA重建图证实符合产前诊断。PA：肺动脉；DA：动脉导管；DAA：双主动脉弓；T：气管；SP：脊柱；RCA：右颈总动脉；LSA：左锁骨下动脉；AO：主动脉；LIA：左无名动脉；RAA：右位主动脉弓；DAO：降主动脉；RSA：右锁骨下动脉；LCA：左颈总动脉

图2　1例RAA-MB患儿产前超声图及产后CTA图



A：二维超声心动图显示左、右位主动脉弓包绕气管形成“O”形血管环；B：同图A切面，HD-Flow联合STIC可立体、直观显示“O”形血管环；C：HD-Flow联合STIC可立体、直观显示左、右位主动脉弓及头臂动脉血管立体空间连接关系；D：患儿出生后CTA重建图证实符合产前诊断。LAA：左位主动脉弓；RAA：右位主动脉弓；DAO：降主动脉；T：气管；SP：脊柱；LCA：左颈总动脉；RCA：右颈总动脉；LSA：左锁骨下动脉；RSA：右锁骨下动脉

图3　1例DAA患儿产前超声图及产后CTA图

表2 两组不同方法诊断准确率比较

组别	中孕期（例）	晚孕期（例）	确诊例数	诊断准确率（%）
RAA-MB组				
二维超声心动图联合HD-Flow	7	2	9	75.0
HD-Flow联合STIC	9	2	11	100
DAA组				
二维超声心动图联合HD-Flow	5	0	5	83.3
HD-Flow联合STIC	6	0	6	100

讨 论

目前普遍认为胎儿超声心动图能够对大部分CVR进行准确诊断[6]，其中3VT切面是诊断CVR的最重要切面[4-5]。产前明确诊断CVR后，建议进行全面产前超声及胎儿超声心动图检查，排除心外或心内结构畸形[6]。CVR最常见的类型是RAA和DAA，DAA以右弓优势型常见，本研究中6例DAA均为右弓优势型。DAA由于形成“O”形血管环，常不同程度引起气管压迫症状，约50%患儿出生后需行临床矫正手术；RAA包括RAA-ALSA和RAA-MB，均形成“U”形血管环，且RAA-ALSA较RAA-MB更常见[3,7]，临床上由于RAA-MB较少引起气管压迫症状，因此孤立性RAA-MB胎儿产后无需特殊处理。根据CVR的具体分型不同，产前咨询常建议孕妇行胎儿染色体检查及新生儿产后气道评估[8]。由于RAA-MB与DAA的解剖结构相似，常导致误诊，但二者临床预后不同，故产前诊断及鉴别诊断意义重大。基于此，本研究应用HD-Flow联合STIC鉴别RAA-MB与DAA，旨在探讨其临床价值。

大部分CVR可在产前通过3VT切面结合彩色血流进行明确诊断[9-10]，本研究应用二维超声心动图联合HD-Flow能够诊断大部分CVR病例，且HD-Flow可以动态显示CVR血流并进行明确分型。本研究中HD-Flow联合STIC诊断RAA-MB及DAA准确率均高于二维超声心动图联合HD-Flow，说明HD-Flow联合STIC能更直观地显示RAA-MB与DAA的差异，减少误诊，具有重要的临床价值。本研究中误诊1例RAA-MB，为晚孕期使用二维超声心动图联合HD-Flow进行诊断，产后证实为DAA右弓优势型。分析误诊原因：当左位主动脉弓较细时不能很好显示左位主动脉弓血流汇入降主动脉，易将左位主动脉弓误认为左无名动脉，因此可能会将DAA误诊为RAA-MB；而当RAA-MB第1分支血管左无名动脉与动脉导管距离较近时，由于彩色血流混合重叠，易误认为左无名动脉汇入动脉导管从而将RAA-MB误诊为DAA。

RAA-MB未合并心内其他结构畸形时，较少压迫气管或食管，临床预后较好，而DAA新生儿常伴随食管或气管压迫症状，部分出生后需行手术矫正。以往研究[11]表明RAA-MB常合并其他心内结构异常。但本研究12例RAA-MB病例中，产前超声均未发现其他严重心内结构异常，合并心内畸形率低于以往文献报道，原因可能为大部分合并心内严重畸形的RAA-MB胎儿均引产所致。产前若将RAA-MB误诊为DAA，则可能导致过度引产。因此，当产前高度怀疑DAA或RAA-MB时，行HD-Flow联合STIC检查能够减少误诊。本研究随访结果显示，6例DAA中仅2例进行了手术，且预后较好，余4例均未出现气管压迫症状，分析原因：①本研究病例虽然形成了“O”形血管环，但包绕血管可能距气管较远，未形成明显压迫；②患儿出生后随访时间较短，部分病例尚未出现相关症状，有待今后继续随访，出现相关气管压迫症状后方可及时进行临床处理。

近年来三维超声在产前诊断应用日趋广泛，STIC应用于胎儿心脏血流成像具有成像模式多、准确率高、检查时间短及可离线分析等优势[12]。应用STIC采集容积数据并联合HD-Flow，不受探查角度影响，可获取立体、清晰的图像[13]。本研究中9例中孕期RAA-MB胎儿STIC图像均成功显示，分析原因可能为STIC显像受胎儿体位、孕妇腹壁厚度及羊水量等因素影响，中孕期羊水量较多，STIC显像较容易；3例晚孕期RAA-MB胎儿中有1例未获取STIC图像，说明胎儿血管环STIC显像与孕周关系较密切，晚孕期行胎儿心脏STIC相对较困难。此外，本研究将DAA与RAA-MB胎儿血管环STIC图像与产后CTA或术中进行对比，结果均具有高度一致性，可见其能为医师提供CVR直观立体结构，有助于DAA与RAA-MB的鉴别诊断。

综上所述，HD-Flow联合STIC可有效鉴别DAA与RAA-MB，具有重要的临床应用价值。

参考文献

[1] Young AA, Hornberger LK, Haberer K, et al. Prenatal detection, comorbidities, and management of vascular rings[J]. Am J Cardiol, 2019, 123(10): 1703-1708.

[2] Doan TT, Wang A, Davey B, et al. Two cases of a prenatally diagnosed double aortic arch with postnatal obliteration of the distal left aortic arch[J]. Pediatr Cardiol, 2019, 40(8): 1748-1751.

[3] D'Antonio F, Khalil A, Zidere V, et al. Fetuses with right aortic arch: a multicenter cohort study and Meta-analysis[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2016, 47(4): 423-432.

[4] Mogra R, Kesby G, Sholler G, et al. Identification and management of fetal isolated right-sided aortic arch in an unselected population[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2016, 48(6): 739-743.

[5] 杨水华，覃桂灿，何桂丹，等. 早孕期胎儿孤立性血管环的超声诊断及预后分析[J]. 中华超声影像学杂志，2021，30(3)：225-230.

[6] Miranda JO, Callaghan N, Miller O, et al. Right aortic arch diagnosed antenatally: associations and outcome in 98 fetuses[J]. Heart, 2014, 100(1): 54-59.

[7] Dong SZ, Zhu M. Prenatal cardiac magnetic resonance imaging of right aortic arch with mirror image branching and retroesophageal left ductus arteriosus[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2019, 32(7): 1057-1062.

[8] Vigneswaran TV, Allan L, Charakida M, et al. Prenatal diagnosis and clinical implications of an apparently isolated right aortic arch[J]. Prenat Diagn, 2018, 38(13): 1055-1061.

[9] 马佳宁，孙雪，雷文嘉，等. 胎儿先天性血管环的产前超声诊断现状[J]. 临床超声医学杂志，2019，21(8)：610-612.

[10] 李雪蕾，郑慧，穆仲平. 先天性血管环的产前超声诊断分析[J]. 中国超声医学杂志，2016，32(1)：49-51

[11] Tseng JJ, Peng HW, Jan SL. An in-depth perspective of aortic arch branching in fetal vascular rings using spatiotemporal image

correlation combined with high-definition flow imaging: report of 4 cases[J].J Ultrasound Med, 2019, 38(8): 2217-2224.
[12] Adriaanse BM, Uittenbogaard LB, Tromp CH, et al. Prenatal examination of the area and morphology of the atrioventricular valves using four-dimensional ultrasound in normal and abnormal hearts[J]. Prenat Diagn, 2015, 35(8): 741.
[13] 吴红梅,蔡爱露,张颖,等.B-FLOW显像联合时间-空间相关成像技术在诊断胎儿先天性心脏病中的应用[J].中国超声医学杂志, 2012, 28(9): 841-843.

(收稿日期:2021-05-12)

·病例报道·

Transthoracic echocardiographic diagnosis of right atrial appendage aneurysm with right atrial diverticulum: a case report

经胸超声心动图诊断右心耳瘤合并右房憩室1例

张　毅　杨荣泉　刘志成

[中图法分类号]R540.45　　[文献标识码]B

患者男,42岁,因劳累后心悸、胸闷2年就诊,否认高血压病、心肌梗死病史。外院胸部平片提示:心影外形增大,心胸比约0.61。今来我院进一步诊治,体格检查:体温36.4℃,血压130/70 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa),心率100次/min,右肺呼吸音不清晰,心脏向左扩大。心电图提示:窦性心律,室性期前收缩呈三联律。经胸超声心动图检查:右房横径57 mm,三尖瓣反流面积14.6 cm^2。右心耳及部分右房体部瘤样扩张,失去正常形态,范围约11.2 cm×5.5 cm(图1),无明显舒张及收缩活动,与右房相交通,交通口直径约4.8 cm,未见附壁血栓(图2);CDFI于扩张瘤体内探及血流信号色彩暗淡(图3)。室壁运动欠协调,右室受压,左心系统未见异常。经胸超声心动图提示:右心耳瘤合并右房憩室。右心声学造影检查:于胸骨右缘非标准切面依次可见上腔静脉快速显影,瘤体和右房同时显影(图4),静息状态和Valsalva动作后左心系统及主动脉均未见显影。右心声学造影提示:右心耳瘤合并右房憩室。行右心耳瘤+右房憩室切除术,术后病理提示:心房腔囊性扩张,囊壁菲薄,心房肌及心肌间质广泛纤维化(图5)。

讨论:Foale等[1]于1982年首次提出左心耳瘤的超声特征为起源左房,与左房交通,瘤体内血流缓慢,左房或左室受压,部分患者瘤腔内可见血栓。本例患者超声表现较典型,表现为

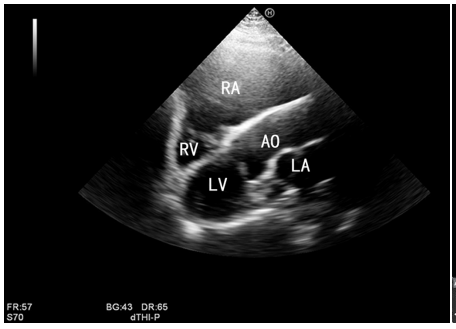


图1　超声心动图胸骨右缘五腔心切面示右房呈瘤样扩张,右室受压(LA:左房;LV:左室;RA:右房;RV:右室;AO:主动脉)

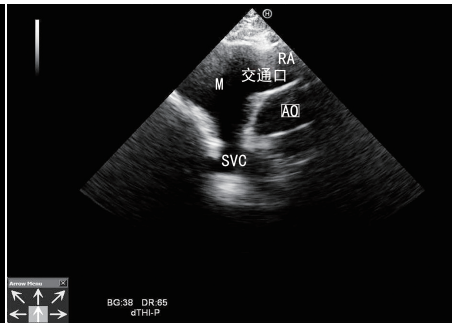


图2　超声心动图非标准切面示右心耳瘤样扩张,与右房交通(RA:右房;AO:主动脉;SVC:上腔静脉;M:瘤体)

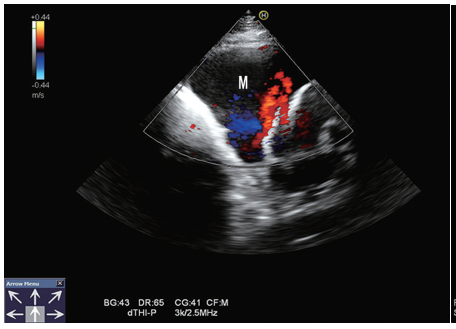


图3　CDFI探及瘤体内血流信号色彩暗淡(M:瘤体)

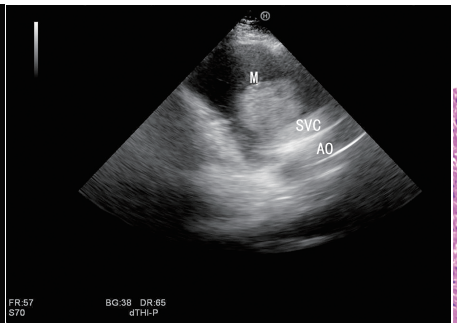


图4　右心声学造影示上腔静脉到瘤体开始显影(AO:主动脉;SVC:上腔静脉;M:瘤体)

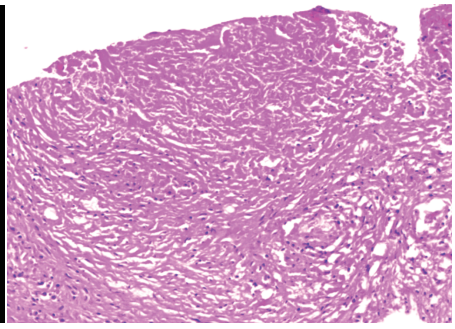


图5　病理图示瘤体壁可见广泛纤维化(HE染色,×100)

(下转第548页)

作者单位:721000　陕西省宝鸡市,联勤保障部队第987医院超声诊断科
通讯作者:刘志成,Email:309683841@qq.com