

时间-空间关联成像联合高分辨率血流显像在胎儿先天性血管环诊断中的应用价值

马 斌 姚立国 冉 婕 李天刚 王艺璇 彭梅娟

摘 要 **目的** 探讨空间-时间关联成像(STIC)联合高分辨率血流显像(HDF)在胎儿先天性血管环诊断中的价值。**方法** 对 89 例产前胎儿超声心动图检查诊断为先天性血管环胎儿分别进行 HDF 显像及 STIC 数据采集,并与产后超声心动图、CT 血管三维重建(CTA)进行对照分析。**结果** 89 例胎儿先天性血管环中,完全性血管环 58 例,不完全性血管环 31 例;其中 77 例获得动态三维重建图像容积数据,12 例未能取得完整容积数据。二维及彩色多普勒超声对主动脉弓及动脉导管弓相对气管位置异常显示率为 100%,主动脉弓分支显示率为 76.4%(68/89);HDF-STIC 对主动脉弓及动脉导管弓相对气管位置异常显示率为 100%,主动脉弓分支显示率为 84.3%(75/89)。75 例继续妊娠者产后经超声心动图或 CTA 证实,产前 HDF-STIC 诊断准确率为 98.7%。**结论** HDF-STIC 可提供常规超声心动图无法获得的空间结构信息,清晰显示主动脉弓分支并对其分型,提高胎儿先天性血管环诊断准确率。

关键词 超声检查;时间-空间关联成像;高分辨率血流显像;先天性血管环

[中图法分类号]R445.1;R714.53

[文献标识码]A

Application value of spatio-temporal image correlation combined with high definition flow imaging in the diagnosis of fetal congenital vascular ring

MA Bin, YAO Ligu, RAN Jie, LI Tiangang, WANG Yixuan, PENG Meijuan

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

ABSTRACT **Objective** To investigate the value of spatial-temporal image correlation (STIC) combined with high definition flow imaging (HDF) in the diagnosis of fetal congenital vascular ring. **Methods** The data of HDF imaging and STIC were collected from 89 fetuses diagnosed as congenital vascular ring by prenatal echocardiography. The results were compared with those of postpartum echocardiography and CT three-dimensional vascular reconstruction (CTA). **Results** Among 89 cases of fetal congenital vascular rings, 58 cases were complete vascular rings and 31 cases were incomplete vascular rings. Among them, 77 cases obtained dynamic 3D reconstruction image volume data, and 12 cases failed to obtain complete volume data. The visualization rate of abnormal position of aortic arch and ductal arch relative to trachea were 100% by two-dimensional and color Doppler imaging, the visualization rate of the branches of aortic arch was 76.4% (68/89). The visualization rate of abnormal position of aortic arch and ductus arteriosus was 100% by HDF-STIC, the visualization rate of the branches of aortic arch was 84.3% (75/89). The accuracy of prenatal HDF-STIC diagnosis was 98.7% confirmed by postpartum echocardiography or CTA in 75 patients with continued pregnancy. **Conclusion** HDF-STIC can provide spatial structure information that cannot be obtained by conventional echocardiography, clearly display and classify the branches of aortic arch, and improve the diagnostic accuracy of fetal congenital vascular ring.

KEY WORDS Ultrasonography; Spatio-temporal image correlation; High definition flow imaging; Congenital vascular ring

先天性血管环是指胚胎期的 6 对弓动脉血管退化异常,形成包绕气管、食管、食管、形成不同程度的呼吸、吞咽等临床症状。产前超声可通过判断主动脉弓、动脉导管与气管的位置关系对其诊断^[2]。随着时间-空间关联成像技术(spatio-temporal image correlation, STIC)的快速发展,应用其高分辨率血流显像(high definition flow imaging, HDF)模式对胎儿心脏及大血管进行三维立体重建,可动态显示主动脉弓分支及其与动脉导管、气管的位置关系。本研究旨在探讨 HDF-STIC 技术对胎儿先天性血管环的产前诊断价值。

资料与方法

一、临床资料

选取 2017 年 1 月至 2020 年 5 月在我院经超声心动图初诊的先天性血管环胎儿 89 例,孕妇年龄 19~37 岁,平均(29.32±4.26)岁;超声检查时间孕 21~30 周,平均孕(24.23±3.14)周。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有孕妇或其家属均知情同意。

二、仪器与方法

1.HDF-STIC 检查:使用 GE Voluson E 10 彩色多普勒超声诊断仪, RM6C 探头,频率 2.0~5.0 MHz;配有 STIC 软件包。首先行产科超声常规检查,参照胎儿心脏超声检查规范性专家共识^[3]对常规超声初步诊断为血管环的图像进行 HDF-STIC 容积数据采集:以三血管气管切面为初始采集切面,选择四维检查 STIC 模式,容积扫描角度为 20°~40°,正交三平面模式下根据需要旋转 X、Y、Z 轴线,以清晰显像主动脉弓、动脉导管及分支血流,启动 HDF 模式以获得动态血流重建图。按照血管环对气管的包绕程度,将血管环分为完全性和不完全性血管环,完全性包括“U”形和“O”形血管环,不完全性主要为“C”形血管环^[1]。

2.随访:对选择引产终止妊娠者,行尸解以明确诊断;对选择继续妊娠者,建议于产后行新生儿超声心动图复查,重点观察主动脉弓位置、分支、走行及血流等;对新生儿气管受压产生临床症状者,行 CT 血管三维重建;并与产前 HDF-STIC 诊断结果进行对照分析。

结 果

一、胎儿血管环 HDF-STIC 特征

89 例先天性血管环胎儿中,完全性血管环 58 例,不完全性血管环 31 例;其中 77 例获得动态三维重建图像容积数据,12 例未能取得完整容积数据。二维超声及彩色多普勒超声对主动脉弓及动脉导管弓相对气管位置异常均能显示,显示率为 100%,主动脉弓分支显示 68 例,显示率为 76.4%;HDF-STIC 对主动脉弓及动脉导管弓相对气管位置异常均能显示,显示率为 100%,主动脉弓分支显示 75 例,显示率为 84.3%。形成“U”形血管环的类型包括:右位主动脉弓(RAA)+迷走左锁骨下动脉(ALSA)+左位动脉导管(LDA)36 例、镜像右位主动脉弓

(MRAA)+左位动脉导管(LDA,导管连接降主动脉)14 例、左位主动脉弓(LAA)+迷走右锁骨下动脉(ARSA)+右位动脉导管(RDA)1 例;形成“O”形血管环的类型包括:双主动脉弓(DAA)+LDA 5 例、RAA+ALSA+DDA 1 例;形成“C”形血管环的类型包括:左位主动脉弓(LAA)+ARSA+LDA 29 例、RAA+ALSA+RDA 2 例、肺动脉吊带(PAS)1 例。见表 1 和图 1。

二、89 例先天性血管环具体分型及合并畸形情况

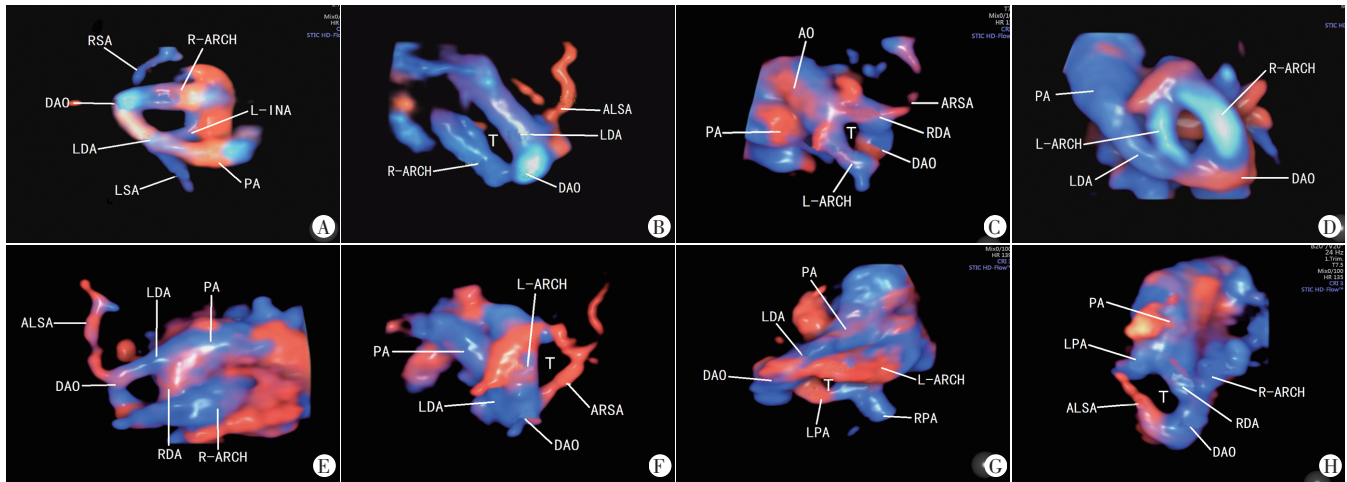
89 例先天性血管环具体分型及合并心内畸形见表 1,其中,单纯血管环 66 例,合并心内畸形 23 例;合并心外畸形 11 例,包括无脾综合征 2 例、单脐动脉 3 例、唇腭裂 2 例、肾积水 2 例、多囊性发育不良肾和半椎体各 1 例。其中行染色体核型及全基因组拷贝数变异分析者 36 例,包括 4 例 21-三体(血管环合并结构畸形 3 例、单纯血管环 1 例),2 例 22q11 微缺失(单纯血管环、血管环合并结构畸形各 1 例)。

表 1 89 例先天性血管环类型及合并心内畸形情况

分类	例数
RAA+ALSA+LDA	36
单纯血管环	21
合并室间隔缺损	5
合并法洛四联症	4
合并右房异构综合征	2
合并心内膜垫缺损	2
合并右室双出口	2
LAA+ARSA+LDA	29
单纯血管环	28
合并室间隔缺损	1
MRAA+LDA(导管连接降主动脉)	14
单纯血管环	8
合并法洛四联症	2
合并室间隔缺损	2
合并肺动脉狭窄	1
合并心内膜垫缺损	1
DAA+LDA	5
单纯血管环	3
合并室间隔缺损	1
合并主肺动脉窗	1
RAA+ALSA+RDA	2
LAA+ARSA+RDA	1
RAA+ALSA+DDA	1
PAS	1

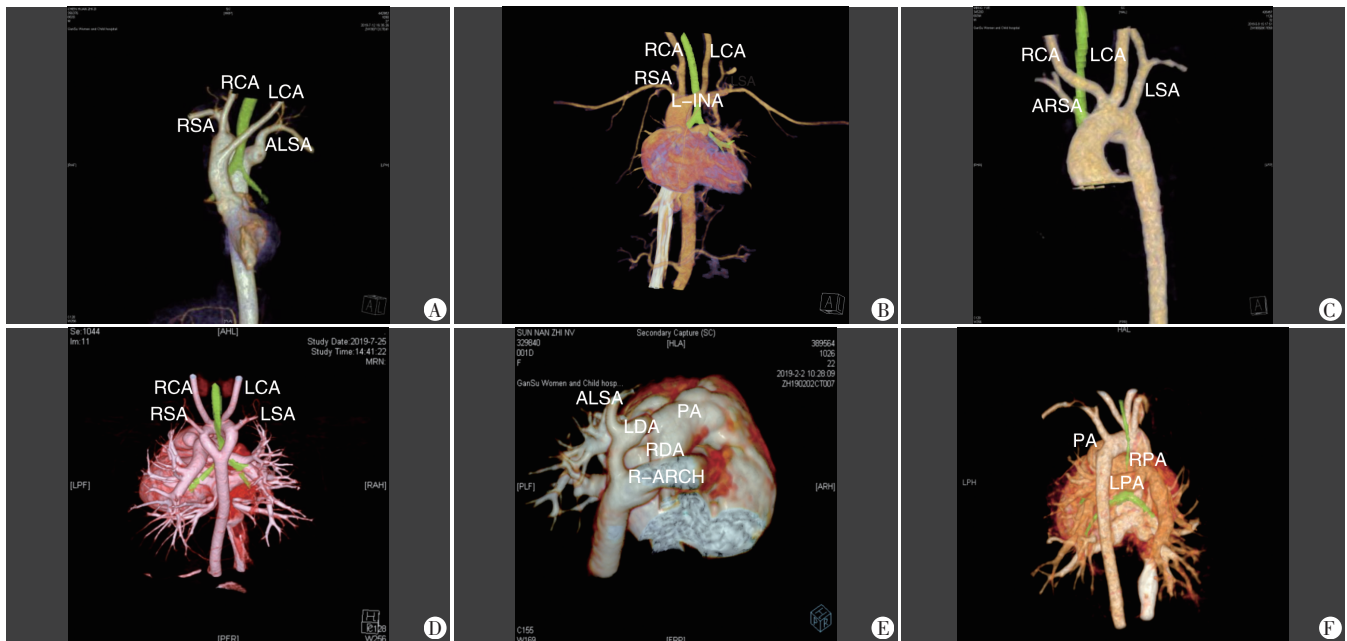
三、结局及随访情况

66 例单纯先天性血管环胎儿中,仅 1 例选择引产;23 例合并其他畸形胎儿中,13 例因合并严重畸形选择引产,包括合并心内膜垫缺损、法洛四联症各 3 例,合并右室双出口、右房异构综合征、室间隔缺损各 2 例,肺动脉狭窄 1 例。共 75 例胎儿选择继续妊娠,出生后经超声心动图和(或)CTA 检查证实,1 例 MRAA 产前超声误诊为 DAA,余 74 例产前 HDF-STIC 检查结果与之一致,产前诊断准确率为 98.7%。见图 2。



A: RAA+ALSA+LDA; B: MRAA+LDA; C: LAA+ARSA+RDA; D: DAA+LDA; E: RAA+ALSA+DDA; F: LAA+ARSA+LDA; G: RAA+ALSA+RDA; H: PAS。RSA:右锁骨下动脉;DAO:降主动脉;LDA:左位动脉导管;LSA:左锁骨下动脉;PA:肺动脉;R-ARCH:右侧主动脉弓;L-INA:左无名动脉;T:气管;ALSA:迷走左锁骨下动脉;ARSA:迷走右锁骨下动脉;L-ARCH:左侧主动脉弓;AO:主动脉;RDA:右位动脉导管;RPA:右肺动脉;LPA:左肺动脉

图1 产前超声诊断胎儿不同血管环HDF-STIC图



A: RAA+ALSA; B: MRAA; C: LAA+ARSA; D: DAA; E: RAA+ALSA+DDA; F: PAS。RCA:右颈总动脉;LCA:左颈总动脉;RSA:右锁骨下动脉;ALSA:迷走左锁骨下动脉;L-INA:左无名动脉;ARSA:迷走右锁骨下动脉;LSA:左锁骨下动脉;PA:肺动脉;LDA:左位动脉导管;RDA:右位动脉导管;R-ARCH:右侧主动脉弓;RPA:右肺动脉;LPA:左肺动脉

图2 产后CTA图

讨论

先天性血管环是一组胚胎期6对弓动脉发育异常引起的先天性结构异常,胚胎早期主动脉囊发出的6对弓动脉,其中第1、2、5对弓动脉退化,第3、4、6对弓动脉继续发育,分别形成主动脉弓及分支、肺动脉、动脉导管^[4]。Edward早在1948年提出双主动脉弓、双动脉导管的发育模型^[4],双侧主动脉弓、双侧动脉导管退化吸收的位置差异,导致各种不同类型血管环的形成。血管环对气管及食管压迫程度不同,预后也不同,部分血管环产后会造成新生儿出现不同程度呼吸困难、反复肺部感

染、吞咽困难等症状,因此产前准确诊断具有重要意义。产前超声对于血管环的评价和描述主要包括:①主动脉弓与气管的相互位置关系;②降主动脉上段相对于脊柱的位置关系;③气管后方是否存在迷走动脉血管;④动脉导管与气管的位置关系及连接位置。既往对以上指标的判断主要依靠二维及彩色多普勒超声,观察切面主要是三血管气管切面,但是对主动脉弓分支的显示欠佳,分型不准确;Bravo等^[5]建议在三血管气管切面的基础上增加锁骨下动脉切面,李文秀等^[6]建议增加降主动脉冠状切面,可以更好地显示主动脉弓的数目、分支。但锁骨下动脉切面和降主动脉冠状切面均易受胎儿体位及操作

者技术影响,显示较为困难。HDF-STIC技术是一种四维立体渲染成像模式^[4],可同时结合多种成像模式,如彩色多普勒、能量多普勒、玻璃体成像等,从不同角度观察血管环的结构,可更立体、直观地评价先天性血管环的空间位置关系,减少胎儿体位对成像质量的影响^[7]。本研究二维联合彩色多普勒超声与HDF-STIC对主动脉弓及动脉导管弓位置的显示准确率均为100%,但对主动脉弓分支的显示,HDF-STIC的显示率明显高于二维联合彩色多普勒超声(84.3% vs. 76.4%),与Wang等^[8]研究结果一致。

HDF-STIC技术以三血管气管切面为初始采集切面,容积扫描角度为20°~40°,向上可以对主动脉弓上分支直观立体呈现,向下则可以对主动脉弓及动脉导管与降主动脉关系,实现对血管环的准确分型。Ito等^[9]认为HDF-STIC可提供二维及彩色多普勒超声以外的诊断信息,提高对血管环的诊断准确率;Ma等^[10]研究表明,HDF-STIC技术可对部分罕见血管环可以进行准确诊断。本研究89例先天性血管环胎儿经HDF-STIC技术发现,不完全性血管环31例,主要为“C”形血管环;完全性血管环58例,主要包括“U”形和“O”形血管环。77例胎儿均获得满意的血管重建图,对不同血管环进行了准确分型,1例MRAA产前二维超声及HDF-STIC均误诊为DAA,可能与RAA发出的左无名动脉与LDA相邻走行,难以区分是否合并LAA,应在主动脉弓处仔细观察有无主动脉弓左侧分支与降主动脉相连。其余诊断均与产后CTA诊断结果相符合,证实在二维超声基础上结合HDF-STIC技术产生的三维渲染重建图像可使超声医师更好地理解大血管的空间走行及位置关系,有助于增强超声医师的诊断信心,进一步提高胎儿血管环的产前检出率。

本研究检出的89例先天性血管环中最常见的血管环类型是RAA+ALSA+LDA,其次是LAA+ARSA+LDA、MRAA+LDA,与徐鹏等^[11]研究认为RAA相关血管环最常见研究结论一致。本研究中DAA、RDA及PAS相关的血管环少见,而文献^[4]报道产后新生儿DAA及PAS发病率较高,可能与产后其他血管环对气管、食管未压迫或临床症状轻,而未进行有针对性的超声心动图检查有关。本研究发现血管环合并心内畸形中最多见的是室间隔缺损,其次是法洛四联症、右房异构综合征及心内膜垫缺损;合并心外畸形主要为无脾综合征、唇腭裂等,其中RAA合并的畸形种类较多,而复杂、少见的血管环中大部分(8/10)为单纯血管环。本研究中仅36例行染色体检查,其中染色体异常者6例,主要包括21-三体及22q11微缺失,提示临床发现胎儿血管环时可进一步行染色体微阵列分析排除染色体异常。

综上所述,在二维及彩色多普勒超声的基础上,应用HDF-STIC技术可直观、立体地显示主动脉弓动脉导管与气管的位置关系及主动脉弓分支走行,有助于提高先天性血管环胎儿诊断准确率,并对其进行准确分型,为胎儿先天性血管环的早期诊断及治疗提供参考。

参考文献

- [1] 李胜利,文华轩,罗丹丹.胎儿主动脉弓及其分支异常分型的再认识(连载一)[J].中华医学超声杂志(电子版),2017,14(5):321-333.
- [2] 刘凤琴,周柳英,何荟,等.二维超声联合STIC-HD live flow技术在胎儿右位主动脉弓并右位动脉导管中的应用探讨[J].中国超声医学杂志,2020,36(7):661-664.
- [3] 全国胎儿心脏超声检查协作组,李治安.胎儿心脏超声检查规范化专家共识[J].中华超声影像学杂志,2011,20(10):904-909.
- [4] Wang Y, Zhang Y. Fetal vascular rings and pulmonary slings: strategies for two- and three-dimensional echocardiographic diagnosis[J].J Am Soc Echocardiogr,2021,34(4):336-351.
- [5] Bravo C, Gúmez F, Pérez R, et al. Fetal aortic arch anomalies: key sonographic views for their differential diagnosis and clinical implications using the cardiovascular system sonographic evaluation protocol[J].J Ultrasound Med,2016,35(2):237-251.
- [6] 李文秀,耿斌,吴江,等.双主动脉弓的产前超声心动图诊断[J].中国超声医学杂志,2017,33(3):278-281.
- [7] 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.
- [8] Wang Y, Fan M, Siddiqui FA. Strategies for accurate diagnosis of fetal aortic arch anomalies: benefits of three-dimensional sonography with spatiotemporal image correlation and a novel algorithm for volume analysis[J].J Am Soc Echocardiogr,2018,31(11):1238-1251.
- [9] Ito M, AboEllail MAM, Yamamoto K, et al. HDlive Flow silhouette mode and spatiotemporal image correlation for diagnosing congenital heart disease[J].Ultrasound Obstet Gynecol,2017,50(3):411-415.
- [10] Ma B, Wu L, Zhang W. Rare vascular ring of right aortic arch and aberrant left subclavian artery in association with bilateral ductus arteriosus[J].Ultrasound Obstet Gynecol,2020,55(1):135-137.
- [11] 徐鹏,李军,王音,等.血管环的产前影像学诊断与预后评估[J].中华超声影像学杂志,2015,24(10):845-849.

(收稿日期:2021-04-20)

免收稿件处理费的通知

为鼓励作者投稿,简便投稿手续,经我刊编委会讨论通过,本刊免收文章稿件处理费。

本刊编辑部