

Application of real-time three-dimensional ultrasound Bi-plane technology in assessment of foramen ovale blood

LEI Wenjia¹, ZHANG Run², ZHANG Ying^{1*}, WANG Yu¹, SUN Xue¹

(1. Department of Sonography, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, China; 2. Department of Electrical Diagnosis, Liaoyang Petrochemical General Hospital, Liaoyang 111003, China)

[Abstract] **Objective** To explore the application value of the real-time three-dimensional ultrasound Bi-plane technology in evaluation of the foramen ovale blood in fetus. **Methods** The coronal plane of inferior vena cava entering the right atrium in 186 normal fetuses were obtained. The dimensions of foramen ovale (D_{FO}) and inferior vena cava at the entrance of right atrium (D_{IVC}) were measured in the coronal plane. The ratio of D_{FO} and D_{IVC} (D_{FO}/D_{IVC}) was calculated. The correlation between D_{FO}/D_{IVC} and gestational age was analyzed. **Results** There was no correlation between D_{FO}/D_{IVC} and gestational age ($r = -0.228$, $P > 0.05$). There were 155 cases during second trimester (21—28 weeks), and the D_{FO} was (4.46 ± 0.57) mm, D_{IVC} was (4.55 ± 1.22) mm, D_{FO}/D_{IVC} was 1.03 ± 0.22 . There were 31 cases during late pregnancy (29—36 weeks), and the D_{FO} was (5.20 ± 0.43) mm, D_{IVC} was (5.90 ± 1.33) mm, D_{FO}/D_{IVC} was 0.92 ± 0.17 . The mean 95% confidence interval of D_{FO}/D_{IVC} was (0.98, 1.04), the 95% normal reference range was (0.80, 1.44). **Conclusion** The coronal plane of inferior vena cava entering the right atrium can be obtained with real-time three-dimensional ultrasound Bi-plane technology, the flow from the inferior vena cava enters right atrium which is divided by the upper atrial septum can be observed, which is important in evaluating the foramen ovale blood.

[Key words] Fetus; Ultrasonography, prenatal; Foramen ovale; Bi-plane

DOI:10.13929/j.1672-8475.201703046

实时三维超声双平面技术评价胎儿卵圆孔处血流的应用

雷文嘉¹, 张润², 张颖^{1*}, 王彧¹, 孙雪¹

(1. 中国医科大学附属盛京医院超声科, 辽宁 沈阳 110004;
2. 辽阳石化总医院电诊科, 辽宁 辽阳 111003)

[摘要] **目的** 探讨实时三维超声双平面(Bi-plane)技术在评价胎儿卵圆孔处血流中的应用价值。**方法** 纳入 186 胎无心内外畸形的正常胎儿, 获得下腔静脉右心房入口冠状切面。于该切面测量卵圆孔内径(D_{FO})及下腔静脉右心房入口处内径(D_{IVC}), 计算两者的比值(D_{FO}/D_{IVC}), 并分析该比值与孕周的相关性。**结果** D_{FO}/D_{IVC} 与孕周无明显相关性($r = -0.228$, $P > 0.05$)。中孕期(21~28 周)胎儿共 155 胎, D_{FO} 为 (4.46 ± 0.57) mm, D_{IVC} 为 (4.55 ± 1.22) mm, D_{FO}/D_{IVC} 为 1.03 ± 0.22 ; 晚孕期(29~36 周)胎儿共 31 胎, D_{FO} 为 (5.20 ± 0.43) mm, D_{IVC} 为 (5.90 ± 1.33) mm, D_{FO}/D_{IVC} 为 0.92 ± 0.17 。 D_{FO}/D_{IVC} 均值 95%可信区间为(0.98, 1.04), 个体值 95%正常参考值范围为(0.80, 1.44)。**结论** 采用实时三维超声 Bi-plane 技术可获得胎儿心脏下腔静脉右心房入口冠状切面, 可观察到下腔静脉血流在进入右心房后正对房间隔上缘, 并被

[第一作者] 雷文嘉(1992—), 女, 山西平遥人, 在读硕士。研究方向: 产前胎儿心脏超声。E-mail: leiwj01@163.com

[通信作者] 张颖, 中国医科大学附属盛京医院超声科, 110004。E-mail: baogoubei@hotmail.com

[收稿日期] 2017-03-28 [修回日期] 2017-07-17

房间隔上缘分为两部分的血流走行全程,在评价房间隔卵圆孔处血流方面具有重要意义。

[关键词] 胎儿;超声检查,产前;卵圆孔;双平面

[中图分类号] R714.51; R445.1 [文献标识码] A [文章编号] 1672-8475(2017)09-0548-04

胎儿先天性心脏病的产前诊断是当前超声领域的研究热点之一,超声心动图在诊断胎儿先天性心脏病中有重要作用。由美国超声医学研究所(American Institute of Ultrasound in Medicine, AIUM)和国际妇产科超声学会(International Society of Ultrasound In Obstetrics And Gynecology, ISUOG)提出的心脏系统横断面扫查法已广泛应用于国内产前诊断中心^[1-2],提高了胎儿先天性心脏病的检出率。但仍有一些具有诊断意义的切面不易获得,如胎儿冠状切面。近年来,实时三维成像技术的出现使获取标准切面以外的心脏切面成为可能,进而可更全面地分析心脏解剖结构,并实时诊断胎儿心脏异常^[3]。本研究通过三维超声双平面(Bi-plane)技术获得正常胎儿下腔静脉右心房入口冠状切面,观察下腔静脉血流进入右心房后,部分血流经卵圆孔进入左心房的全过程,为检出胎儿时期卵圆孔处血流的异常提供诊断新思路。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2015 年 10 月—2016 年 11 月在我院产前超声诊断中心进行胎儿心脏检查的 186 名孕妇,孕周 21~36 周,平均(27.1±2.3)周,年龄 24~36 岁,平均(30.0±2.9)岁。孕妇纳入标准:①无各种高危因素;②单胎妊娠;③进行胎儿心脏检查时二维图像质量良好;④对胎儿心脏检查时无明显心律不齐;⑤胎儿无其他心内及心外畸形。由同 1 名超声医师进行检查以及数据采集。

1.2 仪器与方法 采用 GE Voluson E10 彩色多普勒超声诊断仪,eM6C 电子曲面矩阵 4D 探头(频率 1~6 MHz)和电子凸阵二维探头(频率 2~7 MHz)。首先采用胎儿整体扫查程序除外各种心外畸形。切换至胎儿心脏检查条件,根据 Zhang 等^[4]的方法,先通过纵切面判断胎儿姿势,结合胎儿胸部及上腹部横断切面,以脊柱为标志判断胎儿内脏以及心脏位置。再采用序列横断面扫查法,从四腔心切面逐步向胎儿头侧依次扫查左右心室流出道切面、三血管切面。由右向左依次扫查胎儿腔静脉长轴切面、主动脉弓切面及动脉导管弓切面等矢状切面。

于横位四腔心切面基础上切换 Bi-plane 模式,分别出现平面 A(Plane A)和平面 B(Plane B),调节 Plane A 和 Plane B 扇面角度并适当放大图像。Plane

A 中显示横位四腔心切面,使 Bi-plane 取样线穿过横位四腔心房间隔卵圆孔处,同时即在 Plane B 实时显示与 Plane A 相互垂直的平面,即下腔静脉右心房入口冠状切面(图 1),添加伪彩使图像更清晰后,于该切面测量下腔静脉右心房入口处内径(D_{IVC})以及卵圆孔内径(D_{FO}),并计算两者比值(D_{FO}/D_{IVC})。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件, D_{FO}/D_{IVC} 与孕周的相关性采用 Pearson 相关分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

D_{FO}/D_{IVC} 与孕周无相关性($r = -0.228$, $P > 0.05$), D_{FO}/D_{IVC} 与孕周的相关散点图及拟合曲线见图 2、3。中孕期(21~28 周)胎儿共 155 胎, D_{FO} 为(4.46±0.57)mm, D_{IVC} 为(4.55±1.22)mm, D_{FO}/D_{IVC} 为 1.03±0.22。晚孕期(29~36 周)胎儿共 31 胎, D_{FO} 为(5.20±0.43)mm, D_{IVC} 为(5.90±1.33)mm, D_{FO}/D_{IVC} 为 0.92±0.17。 D_{FO}/D_{IVC} 均值 95%可信区间为(0.98,1.04),个体值 95%正常参考值范围为(0.80,1.44)。

3 讨论

随着胎儿超声心动图诊断规范的进一步完善,多数先天性心脏病胎儿均可在产前正确诊断。目前,由 AIUM 和 ISUOG 提出的 5 个横断面联合 3 个矢状面扫查法可检出多数心脏畸形,已广泛应用于国内产前诊断中心,但仍有一些具有诊断意义的胎儿心脏切面(如冠状切面)受胎儿体位及超声医师手法和经验限制不易获得。

Bi-plane 技术又称双平面成像技术,是近年来三维超声用于胎儿心脏检查的新技术。采用 Bi-plane 技术可实时显示 2 幅相互垂直的高分辨率、高帧频平面,即通过在 Plane A 上调节基线可获得与 Plane A 平面基线水平相互垂直的 Plane B。Bi-plane 技术可在易获取的切面基础上获得不易获取的心脏切面^[3],如在横位四腔心切面基础上通过调节基线获得下腔静脉右心房入口冠状切面,为产前胎儿心脏检查提供了有力的技术支持。同时 Bi-plane 技术也存在一些限制,如需在 Plane A 的基础上才可获得 Plane B,因此,首先需获得符合要求的 Plane A。

胎儿时期房间隔卵圆孔结构是沟通左心房与右心

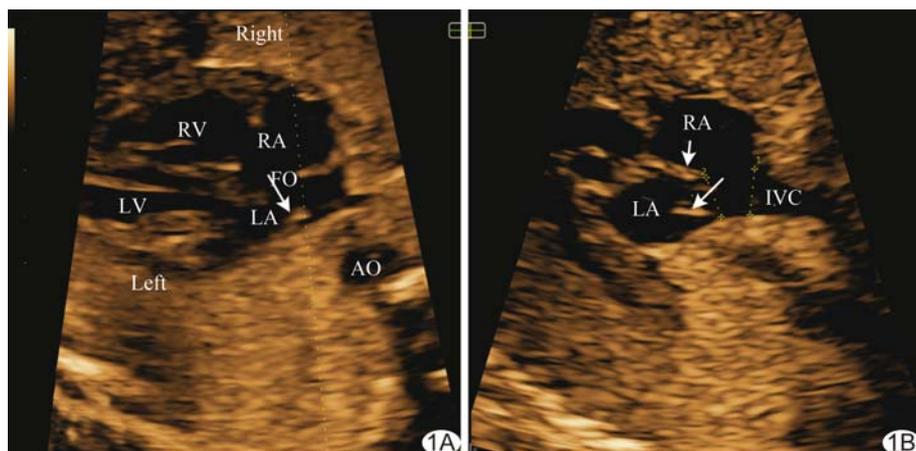


图 1 孕 26 周,通过 Bi-plane 技术获得 Plane A(A)和 Plane B(B) A. Plane A 示横位四腔心切面,可见扫描线穿过卵圆孔以及左心房内卵圆瓣结构(箭); B. Plane B 为实时显示的下腔静脉右心房入口冠状切面,可见下腔静脉血流(内径 5.0 mm)进入右心房后被房间隔上缘(短箭)分为两部分(长箭示卵圆瓣),一部分经卵圆孔(内径 4.6 mm)进入左心房 (LV:左心室;RV:右心室;RA:右心房;LA:左心房;IVC:下腔静脉;FO:卵圆孔;AO:主动脉;Caudal;Left;左;Right;右)

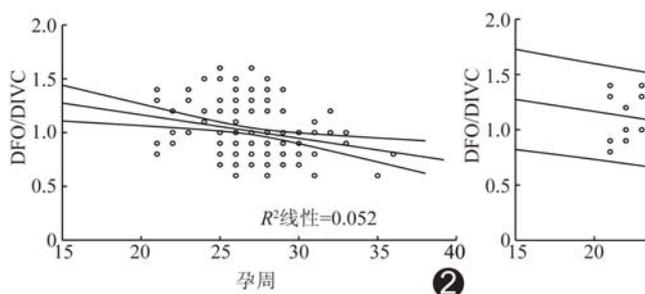


图 2 DFO/DIVC 散点图及拟合曲线和 DFO/DIVC 均数的 95% 可信区间及拟合曲线和 DFO/DIVC 95% 正常参考值范围

②

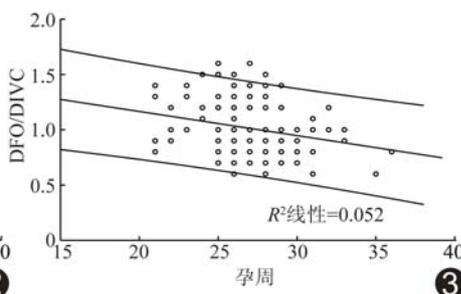


图 3 DFO/DIVC 散点图

③

右心房后,被房间隔上缘分为两部分,一部分在卵圆瓣引导下经卵圆孔进入左心房,另一部分在下腔静脉瓣引导下经三尖瓣进入右心室。本文采用 Bi-plane 技术获得下腔静脉右心房入口冠状切面,可清楚地观察到下腔静脉血流在进入右心房后正对房间隔上缘,并被房间隔上缘分为两部分的血流走行全过程。本研究发现卵圆孔内径同下腔静脉内径之比随孕周增加呈平稳下降的趋势,且于中孕期维持在 1.0 左右。Kiserud 等^[13]亦研究了卵圆孔面积同下腔静脉面积比与孕周的关系,发现该比值随孕周增加而下降,与本研究结果一致。

胎儿时期特殊的卵圆孔结构及血流动力学特点在产前诊断中有重要意义,超声医师若对此认知不够则不能诊断卵圆孔处相关病变,包括限制性卵圆孔结构、卵圆孔早闭等,易引起漏诊、误诊。笔者认为,在下腔静脉右心房入口冠状切面观察卵圆瓣活动,并测量房间血流通道内径与下腔静脉内径之比,可从解剖学及血流

房的重要通道,卵圆孔处血流受限或早闭对心房间血流动力学会产生重要影响,如影响左心发育且易致右心容量负荷以及压力负荷增大,进而导致体循环回流受阻等一系列继发改变^[5-7]。目前,胎儿心脏超声对卵圆孔处的检查多局限于在四腔心切面观察卵圆瓣活动,以及测量卵圆孔的大小^[8-10]。受超声声束以及胎儿体位的影响,当卵圆瓣活动度下降时,四腔心切面无法清晰观察到实际进入左心房的血流,且无法准确测量房间血流通道的内径。本文通过三维超声 Bi-plane 技术获得正常胎儿下腔静脉右心房入口冠状切面,为合理评估卵圆孔处血流提供了一种新思路。

Schmidt 等^[11]对羊胎的研究发现,来自静脉导管和肝左静脉的血液在汇入下腔静脉后正对卵圆孔,经卵圆孔进入左心房;而来自下肢静脉和肝右静脉的血液在汇入下腔静脉后正对三尖瓣进入右心室。此外,有研究^[12]报道,下腔静脉内的血流垂直向上走行进入

动力学角度更合理地评估卵圆孔处的血流情况。卵圆孔处血流受限原因主要包括卵圆孔内径减小、卵圆瓣活动受限并同房间隔夹角减小^[8-10,14]。卵圆孔减小可于四腔心切面观察,但当卵圆瓣发育不良,如卵圆瓣活动度下降时,受超声声束的影响于四腔心切面观察卵圆瓣存在回声失落的现象,无法清晰观察到实际进入左心房的血流;而下腔静脉右心房入口冠状切面因与声束垂直,可更清晰地观察卵圆瓣活动情况以及实际经卵圆瓣进入左心房的血流。此外,孕早期卵圆孔内径常较小,但未造成血流动力学的异常,且随孕周增加,卵圆孔大小逐渐增加,笔者认为单纯通过卵圆孔内径评价房间隔卵圆孔处血流沟通存在一定的局限性。考虑下腔静脉内径随孕周增加有所增大^[15],通过分析卵圆孔同下腔静脉内径之比评价卵圆孔处血流可降低孕周的影响。

总之,本文通过三维超声 Bi-plane 技术获得正常

胎儿下腔静脉右心房入口冠状切面,并分析了正常胎儿卵圆孔处血流与下腔静脉内径之比与孕周的相关性,提供了卵圆孔同下腔静脉内径比值的正常参考值范围,可为评估卵圆孔处血流异常提供参考,并为房间隔卵圆孔处血流受限提供了诊断新思路。

[参考文献]

- [1] American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM Practice guideline for the performance of fetal echocardiography. *J Ultrasound Med*, 2013, 32(6):1067-1082.
- [2] Lee W, Allan LD, Carvalho JS, et al. ISUOG consensus statement: What constitutes a fetal echocardiogram? *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2008, 32(2):239-242.
- [3] 奇恩林, 马星, 刘文瑞, 等. 实时三维双平面超声心动图对胎儿心脏畸形的诊断价值. *中国医疗设备*, 2014, 29(9):160-162.
- [4] Zhang Y, Fan M, Ren WD, et al. Prenatal diagnosis of fetal unilateral lung agenesis complicated with cardiac malposition. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2013, 13:79.
- [5] 雷文嘉, 张颖. 胎儿卵圆孔处血流受限及早闭的超声研究进展. *中国介入影像与治疗学*, 2017, 14(3):186-189.
- [6] Uzun O, Babaoglu K, Ayhan YI, et al. Diagnostic ultrasound features and outcome of restrictive foramen ovale in fetuses with structurally normal hearts. *Pediatr Cardiol*, 2014, 35 (6): 943-952.
- [7] 张颖, 王彧. 胎儿右房增大超声诊断研究. *中国实用妇科与产科杂志*, 2016, 32(6):564-567.
- [8] 张大伟, 范颖, 李燕娜, 等. 胎儿卵圆孔提前闭合与妊娠结局的临床分析. *实用妇产科杂志*, 2015, 31(6):470-472.
- [9] 谷孝艳, 何怡华, 刘琳, 等. 胎儿超声心动图诊断卵圆孔血流受限或提前关闭及转归分析. *中国医学影像技术*, 2012, 28(8):1583-1586.
- [10] 陈洁, 曾燕荣, 孙文清, 等. 超声评估胎儿卵圆孔血流受限的应用价值. *临床超声医学杂志*, 2014, 16(9):646-647.
- [11] Schmidt KG, Silverman NH, Rudolph AM. Assessment of flow events at the ductus venosus inferior vena cava junction and at the foramen ovale in fetal sheep by use of multimodal ultrasound. *Circulation*, 1996, 93(4):826-833.
- [12] Kiserud T, Eik-Nes SH, Blaas HG, et al. Foramen ovale: An ultrasonographic study of its relation to the inferior vena cava, ductus venosus and hepatic veins. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1992, 2(6):389-396.
- [13] Kiserud T, Rasmussen S. Ultrasound assessment of the fetal foramen ovale. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2001, 17(2):119-124.
- [14] Pinette MG, Pan Y, Pinette SG, et al. Fetal atrial septal aneurysm. Prenatal diagnosis by ultrasonography. *J Reprod Med*, 1997, 42(8):459-462.
- [15] 周英华, 魏亚娟, 穆世刚, 等. 正常胎儿不同孕周房室腔及大血管参数的超声心动图检测. *临床超声医学杂志*, 2015, 17(1):50-53.

致谢

科研工作的顺利完成离不开他人的帮助,在正文的最后应向对本研究提供过帮助的人致以谢意。致谢的对象包括:对研究工作提出指导性建议者,论文审阅者,资料提供者,技术协作者,帮助统计者,为本文绘制图表者,提供样品、材料、设备以及其他方便者。

致谢必须实事求是,应防止剽窃掠美之嫌,也勿强加于人,如未经允许写上专家、教授的名字,以示审阅来抬高自己。致谢一般要说明被谢者的工作的内容,如“技术指导”、“收集资料”、“提供资料”等。