

# 产前超声诊断胎儿卵圆孔血流受限或提前关闭的研究进展

罗海愉 陈 芸

**摘 要** 近年来,有关胎儿卵圆孔血流受限或提前关闭的研究逐渐增多,产前超声在胎儿卵圆孔血流受限或提前关闭的诊断及预后评价方面具有重要应用价值。本文就近年来产前超声诊断胎儿卵圆孔血流受限或提前关闭的研究进展进行综述。

**关键词** 超声心动描记术,产前;胎儿;卵圆孔

[中图法分类号] R714.5;R50.45

[文献标识码] A

## Progress of antenatal echocardiography in diagnosis of foramen ovale restriction or closure

LUO Haiyu, CHEN Yun

Department of Ultrasound, Shenzhen Hospital of Peking University, Shenzhen 518036, China

**ABSTRACT** In recent years, the research on fetal foramen ovale restriction or closure increased gradually. Antenatal echocardiography has important value on diagnosis and prognosis evaluation of fetal foramen ovale restriction or closure. This paper reviews the progress of antenatal echocardiography in diagnosis of foramen ovale restriction or closure in recent years.

**KEY WORDS** Echocardiography, antenatal; Fetus; Foramen ovale

卵圆孔血流受限或提前关闭(foramen ovale restriction or closure, FO R/C)是一种少见的胎儿心脏结构异常<sup>[1-2]</sup>。目前产前超声已经成为诊断 FO R/C、判断胎儿是否伴发畸形、监测胎儿病情进展及评估胎儿预后的重要手段。本文就 FO R/C 的定义、流行病学、发病机制、超声诊断、临床处理及预后进行综述。

### 一、FO R/C 的定义及流行病学

胎儿卵圆孔血流受限是指卵圆孔狭窄致使右房向左房分流的血液通过受限。卵圆孔提前关闭即卵圆孔早闭,是指卵圆窝处无卵圆孔瓣开放,无血流通过。目前普遍认为胎儿 FO R/C 是一种很少见的疾病,早期文献<sup>[1]</sup>报道的发病率仅为 0.2%~1.0%,常与其他先天性心脏病合并存在,单纯 FO R/C 很少见,且常发生在中晚孕期,近期亦有文献<sup>[2]</sup>报道在未合并先天性心脏病的胎儿中,FO R/C 的发病率为 1.4%。

### 二、FO R/C 的发病机制

Kiserud 等<sup>[3]</sup>提出“卵圆孔-房间隔”通道机制,指出卵圆孔瓣在分流束的冲击下突向左房,并与继发隔之间形成一右向左的分流通道,卵圆孔相当于此通道的入口,游离的卵圆孔瓣上缘构成通道的出口,即继发孔,裴秋艳等<sup>[4]</sup>的研究也得到了一致的

结果。无论是卵圆孔还是卵圆瓣孔血流受限或早闭均可引起左、右房间血流受阻,从而引起相应的血流动力学改变。值得注意的是,目前几乎所有针对胎儿 FO R/C 的研究均未将卵圆瓣孔列入观察范围,更未见有关卵圆瓣孔开放受限的报道,这可能是因为目前各研究将发生于左、右房间的血流受阻统一归为 FO R/C,未严格区分卵圆孔和卵圆瓣孔。

FO R/C 的发病原因及机制目前尚不明确,有研究<sup>[5-6]</sup>认为与继发隔过度增生或原发隔与继发隔发生异常融合相关。另有研究<sup>[7]</sup>表明发生在孕早中期的 FO R/C 与左心发育不良综合征(hypoplastic left heart syndrome, HLHS)密切相关,但两者因果关系尚不明确。当存在左心前向梗阻时,如 HLHS 中二尖瓣或主动脉瓣狭窄,左房压力增加,将卵圆瓣推向右房侧,引起 FO R/C;有学者<sup>[8]</sup>则认为孕早期存在的小卵圆孔或房间隔完整阻碍了上、下腔静脉血流经卵圆孔进入左房,导致左心系统的循环血量明显减少,左房、左室缩小,可能是导致 HLHS 的原因,卵圆孔关闭得越早受限的程度可能越重,造成的左心发育不良程度就越重。

### 三、FO R/C 的超声诊断

胎儿超声心动图是产前诊断 FO R/C 的唯一方法,通过四腔

作者单位:518036 深圳市,北京大学深圳医院超声科  
通信作者:陈芸,Email:chenyun6308@139.com

心切面和双房切面可以观察卵圆孔结构和卵圆瓣的活动度,测量卵圆孔的大小,在彩色多普勒模式下观察实际通过卵圆孔的血流束宽度,频谱多普勒测量分流速度。同时,还应注意各房室腔的比例,全面扫查心脏,排除其他结构畸形。FO R/C 的超声表现取决于 FO R/C 发生的时间及程度,可分为直接表现和间接表现。直接表现为二维超声可见卵圆孔狭窄或接近闭合,或卵圆瓣活动度减弱,甚至未见卵圆瓣启闭活动;彩色多普勒探及细窄明亮的过隔血流信号,甚至无过隔血流信号。间接表现为左、右心房压差增高所致的房间隔呈瘤样膨出于左房,卵圆孔血流受限到一定程度时右心容量增加和左心容量减少,包括右心增大、肺动脉增宽、三尖瓣反流、动脉导管迂曲扩张及升主动脉血流反灌,严重者可出现静脉导管 a 波反向、大脑中动脉阻力指数低等胎儿宫内窘迫的表现,也可出现心包积液、胸腹腔积液、全身皮肤水肿及羊水过多等右心衰竭的表现。其中卵圆孔狭窄及血流速度增高、房间隔瘤样膨出,以及右心增大是最常见的超声表现<sup>[4,9]</sup>。

1. 卵圆孔狭窄及血流速度增高:正常胎儿的卵圆孔内径与孕周呈线性相关,妊娠第 18 周卵圆孔平均内径为 3 mm,到晚孕期增长至 6 mm,各孕周胎儿卵圆孔内径相当于主动脉根部内径,两者相差不超过 1.0 mm<sup>[3,10]</sup>。频谱多普勒测得卵圆孔处的血流为双峰,分别为心室收缩期的 S 波峰和心室舒张早期的 D 波峰<sup>[4,10]</sup>。卵圆孔右向左分流血流峰值速度为 15~40 cm/s<sup>[10]</sup>。不同研究提出卵圆孔血流受限的诊断标准并不相同,国外有学者<sup>[11]</sup>认为卵圆孔血流受限是指卵圆孔内径<3 mm,平均心房压差>5 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa),也有文献<sup>[2]</sup>提出的诊断指标是卵圆孔内径<2.5 mm,卵圆孔的血流速度>40 cm/s,另外,有学者<sup>[12]</sup>认为卵圆孔血流受限时血流速度常>100 cm/s,而国内学者<sup>[8,13]</sup>多以卵圆孔内径<3 mm、血流速度>120 cm/s 诊断卵圆孔血流受限,也有其他学者<sup>[14]</sup>以卵圆孔内径<2 mm、少量血流通过作为卵圆孔狭窄的诊断指标。目前,国内外尚无统一的 FO R/C 诊断标准,不同研究给出的卵圆孔血流速度指标相差甚远,且均未对所提出的诊断指标进行诊断试验评价。因此,需要更具有说服力的研究为确立胎儿 FO R/C 的诊断标准提供有力依据。

2. 房间隔瘤样膨出:胎儿房间隔膨出瘤(fetal atrial septal aneurysm, FASA)即房间隔瘤样膨出,是指房间隔呈薄壁向左房突出,瘤体随心动周期收缩舒张大小会发生变化。大部分 FASA 出生后可随着卵圆孔的关闭而缩小或消失,产后多可恢复,有文献<sup>[15]</sup>报道个别引起左室流入道梗阻的 FASA 可导致左心发育不良。房间隔瘤样膨出是 FO R/C 的常见超声表现,这可能是因为胎儿期房间隔较薄弱,FO R/C 时,右房压明显增高,导致房间隔瘤样向左房膨出。有文献<sup>[2]</sup>报道房间隔瘤样膨出的胎儿中 22%为 FO R/C,故当发现胎儿右心增大并房间隔瘤样膨出时,应注意观察卵圆孔和卵圆孔瓣的特征,注意是否存在“卵圆孔-房间隔”通道血流受限。

3. 右心增大:国外研究<sup>[16]</sup>发现 23 例 FO R/C 胎儿右室、左室输出量之比为 3.42±1.50,显著高于正常胎儿的比值 1.42,差异有统计学意义( $P<0.01$ ),表明 FO R/C 胎儿右心容量负荷明显大于左心。右心增大是 FO R/C 胎儿的首要表现,尤其以右房增大为著。正常胎儿表现为右心略大于左心,而文献<sup>[7-8]</sup>报道的 FO R/C 病例中右房横径比左房横径、右室横径比左室横径、主肺动脉内径

比主动脉内径均显著增大,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。Uzun 等<sup>[2]</sup>发现,在右心增大但未合并先天性心脏病的胎儿中,FO R/C 是引起右心增大的最主要原因,占该研究人群的 26%。然而,许多心内、外畸形均可表现为右心增大,所以怀疑 FO R/C 时,应注意排查其他可能引起右心增大的畸形。

#### 四、FO R/C 的临床处理及预后

FO R/C 出现的时间、程度及是否伴发心内外畸形,决定了其转归和预后。Donofrio 等<sup>[1]</sup>发现伴有先天性心脏病的 FO R/C 胎儿预后不佳,Gupta 等<sup>[17]</sup>发现未伴先天性心脏病或肺脏病变的 FO R/C 胎儿出生后几乎无症状。近年文献<sup>[8,14,18]</sup>报道的数十例胎儿 FO R/C 病例也表明了未合并其他畸形或积液且胎儿肺脏发育成熟的前提下,FO R/C 胎儿可及时分娩,且预后良好。

轻度、单纯的 FO R/C 并不会导致胎儿严重的血流动力学改变,无需特殊处理,可在超声心动图严密观察下继续妊娠,若随访期间胎儿出现心包积液、胸腹腔积液或静脉导管 a 波反向等右心衰竭表现,应及时行剖宫产术。合并有心、内外畸形的 FO R/C 胎儿如出现心包积液、胸腹腔积液预后不佳时,可根据情况终止妊娠。因此,准确诊断胎儿 FO R/C 及定期随访对临床处理决策具有重要指导意义。随着介入治疗技术的发展,国外已有许多机构对合并房间隔完整或 FO R/C 的 HLHS 胎儿进行宫内介入治疗<sup>[19-20]</sup>,而国内外对单纯 FO R/C 的宫内再开放治疗尚处于羊胎动物实验阶段<sup>[21]</sup>。

综上所述,FO R/C 可引起胎儿一系列的脏器结构异常及功能障碍,其预后主要与卵圆孔血流受限程度、发生时间及是否伴发畸形相关,胎儿超声心动图是诊断 FO R/C 及评价胎儿预后的重要方法。但是,胎儿 FO R/C 的超声诊断目前尚无统一的标准,卵圆孔及房间隔的相关参数作为胎儿 FO R/C 的量化诊断指标有待进一步研究。

#### 参考文献

- [1] Donofrio MT, Bremer YA, Moskowitz WB. Diagnosis and management of restricted or closed foramen ovale in fetuses with congenital heart disease[J]. *Am J Cardiol*, 2004, 94(10):1348-1351.
- [2] Uzun O, Babaoglu K, Ayhan YI, et al. Diagnostic ultrasound features and outcome of restrictive foramen ovale in fetuses with structurally normal hearts[J]. *Pediatr Cardiol*, 2014, 35(6):943-952.
- [3] Kiserud T, Rasmussen S. Ultrasound assessment of the fetal foramen ovale[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2001, 17(2):119-124.
- [4] 裴秋艳, 梁梅英, 姜玉新, 等. 200 例正常胎儿卵圆孔和卵圆孔瓣彩色多普勒超声特征分析[J]. *中华超声影像学杂志*, 2007, 16(12):1042-1044.
- [5] Chan ES, To KF. Hydrops fetalis, hepatic centrilobular necrosis, and hypoxic-ischaemic encephalopathy in a fetus with premature closure of foramen ovale[J]. *Pathology*, 2013, 45(7):708-710.
- [6] Cole-Jeffrey CT, Terada R, Neth MR, et al. Progressive anatomical closure of foramen ovale in normal neonatal mouse hearts[J]. *Anat Rec (Hoboken)*, 2012, 295(5):764-768.
- [7] 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闭合及转归分析[J]. *中国医学影像技术*, 2012, 28(8):1583-1586.
- [8] Chrysostomou C, Romaguera RL, Rodriguez MM. Giant aneurysm of

- the atrial septum associated with premature closure of foramen ovale[J]. Cardiovasc Ultrasound, 2005,3(20):1-4.
- [9] 闫合理, 闫珊乐, 徐兴森, 等. 产前超声诊断胎儿卵圆孔血流受限或提前闭合的临床价值[J]. 临床超声医学杂志, 2015,17(11):767-769.
- [10] Wilson AD, Rao PS, Aeschlimann S. Normal fetal foramen flap and transatrial Doppler velocity pattern[J]. J Am Soc Echocardiogr, 1990, 3(6):491-494.
- [11] Photiadis J, Urban AE, Sinzobahamvya N, et al. Restrictive left atrial outflow adversely affects outcome after the modified Norwood procedure[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2005,27(6):962-967.
- [12] Yagel S, Silverman N, Gembruch U. Fetal cardiology: embryology, genetics, physiology, echocardiographic evaluation diagnosis and perinatal management of cardiac diseases[M]. New York: Informa Healthcare, 2009:284-285.
- [13] 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[J]. 实用妇产科杂志, 2015,31(6):470-472.
- [14] 邵云, 成明阳, 樊文峰, 等. 晚孕期单纯卵圆孔提前闭合或狭窄的胎儿超声心动图特征[J]. 中华超声影像学杂志, 2014,23(4):361-362.
- [15] Sun HY, Fripp RR, Printz BF. Unusual consequence of a fetal atrial septal aneurysm[J]. Clin Case Rep, 2015,3(6):368-369.
- [16] Mielke G, Benda N. Cardiac output and central distribution of blood flow in the human fetus[J]. Circulation, 2001,103(12):1662-1668.
- [17] Gupta U, Abdulla RI, Bokowski J. Benign outcome of pulmonary hypertension in neonates with a restrictive patent foramen ovale versus result for neonates with an unrestrictive patent foramen ovale [J]. Pediatr Cardiol, 2011,32(7):972-976.
- [18] 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[J]. 临床超声医学杂志, 2014,16(9):646-647.
- [19] Kalish BT, Tworetzky W, Benson CB, et al. Technical challenges of atrial septal stent placement in fetuses with hypoplastic left heart syndrome and intact atrial septum[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2014, 84(1):77-85.
- [20] Freud LR, Tworetzky W. Fetal interventions for congenital heart disease[J]. Curr Opin Pediatr, 2016,28(2):156-162.
- [21] Edwards A, Veldman A, Nitsos I, et al. Percutaneous fetal cardiac catheterization technique for stenting the foramen ovale in a midgestation lamb model[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2015,8(3):1-7.

(收稿日期:2016-08-24)

## · 病例报道 ·

## Echocardiographic diagnosis of infant four leaf malformation and severe stenosis of pulmonary combined with small coronary artery branch-pulmonary artery fistula and patent foramen ovale: a case report

### 超声心动图诊断婴儿肺动脉瓣四叶畸形伴重度狭窄合并冠状动脉细小分支肺动脉瘘、卵圆孔未闭 1 例

韦馨 郑红 冯沅 唐红

[中图法分类号] R714.5;R540.45

[文献标识码] B

患儿男,6个月,因闻及心脏杂音入院。血压 104/47 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa),心率 145 次/min,律齐。主要体征:无中央性发绀,于胸骨左缘第二肋间可闻及 3/6 级喷射样收缩期杂音,有收缩期震颤。心电图示:右室高电压。胸片示:两肺正常,右心稍扩大,肺动脉主干增宽。二维超声示右房室稍大,右室壁厚,厚约 5 mm,大动脉短轴观见肺动脉瓣呈“X”形(图 1),肺动脉瓣环内径 9 mm,肺动脉主干内径 18 mm;卵圆窝斜行分离约 2 mm。左冠状动脉起源位置、内径正常。CDFI 示:收缩期肺动脉主干内呈五色镶嵌状湍流血流(图 2),连续多普勒测得收缩期最大流

速为 5.0 m/s,右室与肺动脉收缩期跨瓣压差 100 mm Hg,舒张期可见轻度反流;肺动脉主干外侧壁可见一细小舒张期血流为主要的连续性分流进入肺动脉内(图 3);房水平卵圆窝处探及右向左为主的双向分流(图 4)。超声提示:先天性肺动脉瓣四叶畸形伴肺动脉瓣狭窄(重度),肺动脉主干狭窄后扩张,左冠状动脉细小分支肺动脉瘘,卵圆孔未闭(双向分流)。该患儿后在四川大学华西医院行肺动脉瓣球囊扩张术,术后超声诊断为先天性肺动脉瓣四叶畸形,肺动脉狭窄较术前明显减轻(肺动脉收缩压降至 39 mm Hg),细小左冠状动脉肺动脉瘘,卵圆孔未闭。

(下转第 265 页)