

## · 临床论著 ·

# 正常胎儿肺动脉及其分支多普勒超声心动图特征研究

郭永华

**【摘要】目的** 应用胎儿超声心动图观察20~34周正常胎儿的肺动脉及其左右分支,通过测量其肺动脉主干及其分支的内径、血流动力学参数,了解各项指标的变化规律;并观察肺动脉左右分支有无差别。**方法** 入选妊娠20~34周的正常胎儿560例,分别观察胎儿的肺动脉主干内径、血流峰速、频谱持续时间;肺动脉左右分支内径、频谱形态、血流峰速及频谱持续时间。以胎龄2周为一阶段分组,共分为:20~22周、22<sup>+</sup>~24周、24<sup>+</sup>~26周、26<sup>+</sup>~28周、28<sup>+</sup>~30周、30<sup>+</sup>~32周、32<sup>+</sup>~34周7组,用SPSS 13.0统计学软件进行分析。**结果** 肺动脉主干内径随孕周的增大而增大,两者存在线性相关,相关系数 $r=0.68$ ,一元一次线性回归方程为 $Y=0.286X-2.510$ ,血流频谱呈单峰,峰值流速随孕周的增加而增快,频谱持续时间不随胎龄的改变而改变;肺动脉分支内径随孕周的增大而增大,与孕周均存在线性相关,右肺动脉与孕周的相关系数 $r=0.60$ ,一元一次线性回归方程为 $Y=0.156X-1.304$ ,左肺动脉与孕周的相关系数 $r=0.65$ ,一元一次线性回归方程为 $Y=0.148X-1.240$ ,血流频谱均呈单向双峰,第一峰值高,持续时间短,第二峰值低,持续时间长,第一峰的峰值流速与肺动脉主干的峰值流速接近,并随孕周的增大而增快,第二峰的峰值流速不随孕周的改变而改变,两个峰持续的时间之和小于肺动脉主干频谱的持续时间,分支的频谱形态及持续时间不随孕周改变而改变;主肺动脉内径大于左右分支的内径,右侧分支内径大于左侧分支内径,左右分支的频谱形态、峰值及持续时间无明显差异。**结论** 正常胎儿肺动脉主干及左右分支的内径受到孕周的影响,随孕周的增大而增大;肺动脉主干的峰值流速与左右分支的前峰峰值流速接近,随孕周的增加而增快;肺动脉左右分支的频谱呈单向双峰,形成较早,形态固定。胎儿超声心动图能够动态观察胎儿肺动脉的解剖特征,并能对其内径、血流频谱等进行测量,是观察胎儿肺循环的一种有效、可靠的检查方法。

**【关键词】** 胎儿心脏; 超声心动描记术,多普勒; 超声检查,产前; 肺动脉

**Echocardiography characteristics of normal fetal pulmonary artery and its branches** GUO Yong-hua.

Department of Ultrasound, Daxing Hospital, Capital Medical University, Beijing 102600, China

Email: Medicalren999@yahoo.com.cn

**【Abstract】 Objective** To explore the echocardiography characteristics of normal pulmonary arteries and their left and right branches in (20-34) week-old fetuses. **Methods** 560 cases of normal (20-34) week-old fetuses were enrolled in this study. Some parameters were observed, including diameter, blood flow peak velocity and spectrum duration of pulmonary artery and left and right branch. All cases were divided into seven groups according to their ages: (20-22) weeks, (23-24) weeks, (25-26) weeks, (27-28) weeks, (29-30) weeks, (31-32) weeks and (33-34) weeks. Data were analysed with SPSS 13.0 statistical software. **Results** The diameter of main pulmonary artery, right pulmonary artery and left pulmonary artery increased with increasing of the gestational age, there existed a linear correlation ( $r=0.68, 0.60$  and  $0.65$ ), the linear regression equation were  $Y=0.286X-2.510$ ,  $Y=0.156X-1.304$  and  $Y=0.148X-1.240$ . The flow spectrum of main pulmonary artery showed a single peak, the peak velocity increased with increasing of the gestational age and spectrum duration did not change with increasing of the gestational age. The flow spectrum of branches were unidirectional bimodal, the first peak was high, with short duration, the second peak was low, with long duration. The first peak velocity was close to the peak velocity of the pulmonary trunk, and the second peak velocity didn't change with increasing of the gestational age. The duration of two peaks was less than that of main pulmonary artery. The diameters of main pulmonary artery were greater than the diameters of the left or right branch, the diameters of right branch were greater than that of the left branch. The

spectrum shape, peak velocity and duration of the left and right branches had no significant difference .

**Conclusions** The diameters of pulmonary artery and branches increase with the increasing of the gestational age . The blood flow spectrum of the branches is unidirectional bimodal ,and the shape is stable. Echocardiography can not only display the anatomical characteristics of the fetal pulmonary artery , but also can measure the blood flow parametres. It is an effective and reliable means to check the fetal heart .

**【Key words】** Fetal heart; Echocardiography ,Doppler; Ultrasonography ,prenatal; Pulmonary artery

胎儿心脏畸形是最常见的一种胎儿畸形<sup>[1-2]</sup>, 超声诊断对于临床有重要的指导意义, 彩色多普勒超声是目前产科应用最成熟、最广泛的一种检查方法, 并随着超声诊断仪器的升级以及检查技术的进步, 胎儿超声心动图已能在较早的孕期确诊相当一部分心脏畸形, 但目前国内对胎儿肺循环的研究较少, 本研究应用胎儿超声心动图观察正常胎儿的肺动脉及其左右分支的结构, 并对其血流动力学进行测量, 明确正常胎儿肺循环特征, 为分析胎儿肺循环异常奠定基础。

### 资料与方法

#### 一、研究对象

2010年3月至2011年6月在我院行常规孕期检查孕妇, 选取心脏正常的胎儿560例, 孕期检查时胎龄20~34周, 以胎龄相差2周为一阶段分组, 共分为: 20~22周、22<sup>+</sup>~24周、24<sup>+</sup>~26周、26<sup>+</sup>~28周、28<sup>+</sup>~30周、30<sup>+</sup>~32周、32<sup>+</sup>~34周7组。

#### 二、仪器

采用GE-Voluson730彩色多普勒超声诊断仪, 探头频率为3.5~5MHz, 选择胎儿心脏检查条件, 胎儿心脏的检测参数有肺动脉主干内径、血流峰速、频谱持续时间; 肺动脉左右分支内径、频谱形态、血流峰速及频谱持续时间。检测方法: 主肺动脉测量肺动脉瓣环处内径, 右肺动脉分支测量分叉后0.5cm处, 左肺动脉分支内径测量于动脉导管后内径, 每项测量3次求取平均值, 血流频谱的测量均取色彩最明亮处测量, 多普勒取样容积与血流夹角<20°, 取连续3个心动周期的平均值。所有图像均录像存储。

#### 三、统计学分析

采用SPSS 13.0统计学软件进行分析, 计量资料采用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示, 多组均数的比较采用方差分析, 组内左、右肺动脉的比较采用配对t检验, 以P<0.05为差异有统计学意义, 所有参数与孕周之间的关系采用直线相关分析, 并计算出两者的相关系数。

### 结 果

主肺动脉及左、右肺动脉分支的内径随孕周的增大而增宽, 主肺动脉内径大于左、右肺动脉分支的内径, 右肺动脉内径大于左肺动脉内径, 各组比较仅

20<sup>+</sup>~22周左、右肺动脉内径差异无统计学意义, 其余各组比较差异均有统计学意义(P<0.05), 见表1。

表1 各组胎儿主肺动脉及左右肺动脉的内径比较(mm,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	主肺动脉	右肺动脉	左肺动脉
20 <sup>+</sup> ~22周	61	3.47±0.44	2.00±0.30	1.93±0.30
22 <sup>+</sup> ~24周	190	4.12±0.51	2.24±0.33	2.19±0.33
24 <sup>+</sup> ~26周	141	4.45±0.62	2.56±0.43	2.41±0.37
26 <sup>+</sup> ~28周	53	5.27±0.70	3.08±0.40	2.70±0.27
28 <sup>+</sup> ~30周	47	5.85±0.82	3.30±0.41	2.88±0.48
30 <sup>+</sup> ~32周	31	6.28±1.22	3.36±0.52	2.93±0.33
32 <sup>+</sup> ~34周	37	6.72±1.43	3.87±0.60	3.78±0.68

注: 左肺动脉与右肺动脉内径比较, 20<sup>+</sup>~22周P>0.05, 其余各组均P<0.05

主肺动脉及其左、右肺动脉分支的内径与孕周均呈线性正相关, 主肺动脉与孕周的相关系数r=0.68, 一元一次线性回归方程为Y=0.286X-2.510; 左肺动脉与孕周的相关系数r=0.65, 一元一次线性回归方程为Y=0.148X-1.240; 右肺动脉与孕周的相关系数r=0.60, 一元一次线性回归方程为Y=0.156X-1.304。

肺动脉主干的频谱形态上升支与下降支不对称, 前者陡峭, 后者平缓(图1), 左、右肺动脉分支频谱呈单相双峰, 前峰高尖, 后峰圆钝, 频谱形态固定, 不随孕周改变(图2), 肺动脉主干及肺动脉分支的前峰峰值流速随孕周增大而增快, 三者数值接近, 在30周以后流速增快幅度较大, 30<sup>+</sup>~32周以后与前几组比较, 差异有统计学意义(P<0.05); 肺动脉左、右分支的前峰峰值右侧大于左侧, 但在本组资料中, 各组内的差异均无统计学意义; 左、右分支频谱后峰峰值流速无明显规律, 各组内的差异均无统计学意义, 见表2。

主肺动脉波峰的持续时间及左、右肺动脉分支前后两峰的持续时间与孕周无关, 各组之间比较无差异; 左、右肺动脉分支前峰持续时间小于后峰, 各组内比较, 差异均有意义(P<0.05); 肺动脉主干波峰持续时间大于左、右肺动脉分支前后两峰持续时间的和, 各组内比较差异均有意义(P<0.05), 见表3。

### 讨 论

正常胎儿右心室输出量占心脏总输出量的55%,

表2 各组胎儿主肺动脉峰值流速及左、右肺动脉两峰的峰值流速 (cm/s,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	肺动脉峰速	右侧分支前峰峰速	右侧分支后峰峰速	左侧分支前峰峰速	左侧分支后峰峰速
20 <sup>+</sup> ~ 22周	61	53.5 ± 9.9 <sup>ab</sup>	62.2 ± 8.3 <sup>ab</sup>	27.9 ± 8.3	51.9 ± 8.1 <sup>ab</sup>	26.73 ± 5.7
22 <sup>+</sup> ~ 24周	190	54.3 ± 9.1 <sup>ab</sup>	62.7 ± 12.7 <sup>ab</sup>	30.3 ± 7.3	59.6 ± 13.4 <sup>ab</sup>	29.85 ± 6.3
24 <sup>+</sup> ~ 26周	141	56.0 ± 9.8 <sup>ab</sup>	63.6 ± 10.9 <sup>ab</sup>	32.1 ± 7.7	62.4 ± 14.9 <sup>ab</sup>	30.9 ± 7.7
26 <sup>+</sup> ~ 28周	53	56.2 ± 12.9 <sup>ab</sup>	64.7 ± 11.5 <sup>ab</sup>	32.0 ± 5.6	62.4 ± 18.5 <sup>ab</sup>	31.1 ± 10.8
28 <sup>+</sup> ~ 30周	47	58.7 ± 10.6 <sup>ab</sup>	68.6 ± 12.4 <sup>ab</sup>	29.0 ± 5.6	63.0 ± 10.2 <sup>ab</sup>	28.9 ± 6.8
30 <sup>+</sup> ~ 32周	31	65.5 ± 24.0 <sup>b</sup>	69.5 ± 5.9 <sup>b</sup>	33.3 ± 5.9	67.5 ± 16.9 <sup>b</sup>	32.9 ± 8.0
32 <sup>+</sup> ~ 34周	37	98.0 ± 45.8	82.4 ± 14.4	36.1 ± 4.8	77.6 ± 16.8	34.5 ± 8.4

注:与30<sup>+</sup> ~ 32周比较,<sup>a</sup>*P* < 0.05;与32<sup>+</sup> ~ 34周比较,<sup>b</sup>*P* < 0.01表3 各组胎儿主肺动脉频谱持续时间及左右肺动脉两峰的持续时间 (s,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	肺动脉频谱	右侧分支前峰	右侧分支后峰	左侧分支前峰	左侧分支后峰
20 <sup>+</sup> ~ 22周	61	0.201 ± 0.028	0.054 ± 0.009	0.125 ± 0.013	0.049 ± 0.008	0.120 ± 0.017
22 <sup>+</sup> ~ 24周	190	0.198 ± 0.025	0.055 ± 0.009	0.123 ± 0.015	0.056 ± 0.042	0.125 ± 0.014
24 <sup>+</sup> ~ 26周	141	0.194 ± 0.022	0.059 ± 0.012	0.119 ± 0.015	0.065 ± 0.076	0.119 ± 0.012
26 <sup>+</sup> ~ 28周	53	0.184 ± 0.017	0.060 ± 0.012	0.119 ± 0.010	0.053 ± 0.011	0.123 ± 0.021
28 <sup>+</sup> ~ 30周	47	0.203 ± 0.012	0.061 ± 0.009	0.120 ± 0.016	0.059 ± 0.011	0.118 ± 0.016
30 <sup>+</sup> ~ 32周	31	0.200 ± 0.020	0.064 ± 0.017	0.116 ± 0.054	0.060 ± 0.011	0.117 ± 0.082
32 <sup>+</sup> ~ 34周	37	0.186 ± 0.043	0.065 ± 0.010	0.112 ± 0.012	0.071 ± 0.012	0.104 ± 0.019

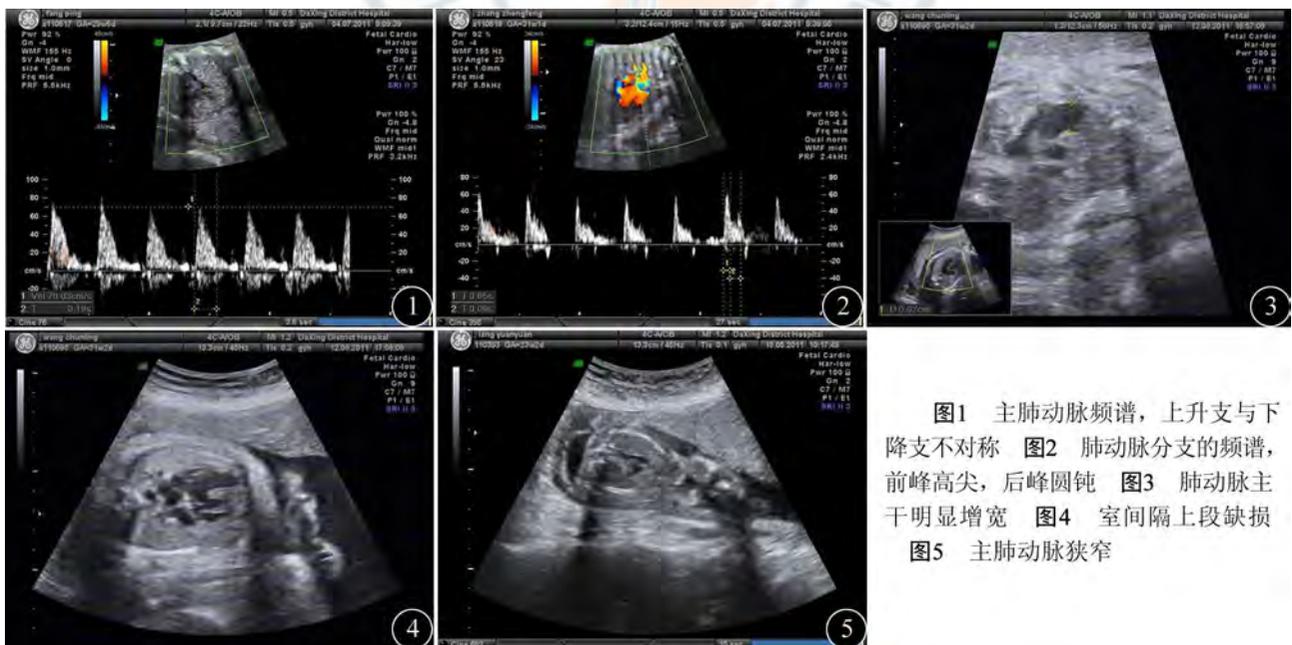


图1 主肺动脉频谱,上升支与下降支不对称 图2 肺动脉分支的频谱,前峰高尖,后峰圆钝 图3 肺动脉主干明显增宽 图4 室间隔上段缺损 图5 主肺动脉狭窄

左心室占45%<sup>[3-4]</sup>,由于胎儿期双肺未扩张,致使左、右肺动脉呈高阻状态,右心室输出的大部分血液绕过高阻的肺动脉左右分支经动脉导管进入降主动脉,因此可以将胎儿期的血液循环称为单循环<sup>[3,5]</sup>。胎儿期的这种血液循环特点与出生后的双循环存在很大差异,应有其特异的、稳定的特点。而目前对胎儿肺循环的研究较少,本研究通过对560例正常胎儿肺循环的观察,结果显示肺动脉主干及左、右肺动脉分支的内径随

着胎儿的生长发育而增宽,这与吴江等<sup>[6]</sup>观察一致;本研究还发现三者内径均与胎龄呈线性正相关,说明胎儿大小是影响肺动脉内径的因素之一,但同时又发现三者内径与胎龄的相关系数并不高,说明还有其他因素与肺动脉的发育有关。在日常工作中我们观察到当胎儿心脏存在较大室间隔缺损时肺动脉会增宽(图3,4),三尖瓣闭锁、狭窄时会伴有肺动脉发育不良等,所以血流量可能是影响肺动脉发育的另一个因素(图

5),但目前病例较少,需在今后的工作中进一步发现总结。

胎儿右肺动脉内径大于左肺动脉,这与出生后一致,应与右肺三叶、左肺两叶有关。肺动脉主干的频谱形态上升支与下降支不对称,左、右肺动脉分支频谱呈单相双峰,前峰高尖,后峰圆钝,频谱形态固定,不随孕周改变,这与既往文献<sup>[6-7]</sup>观察一致。本研究通过测量发现肺动脉及其分支的前峰峰值流速随孕周的增加而增快,并且与肺动脉主干的流速接近,说明该峰的峰值取决于肺动脉主干的峰值,而后峰的峰值不随肺动脉主干的峰值流速改变,考虑主要与肺循环的前向阻力和高压状态有关;另外本研究还发现肺动脉的流速在30<sup>+</sup>~32周以后与前几组比较差异才有统计学意义,并且随着孕周的增加差异也逐渐增大,原因可能是胎儿肺循环阻力在整个孕期保持不变,虽然胎儿肺动脉血流量随孕周增加,尤其孕中晚期增加明显,但各波峰的持续时间不随孕周改变。肺动脉血流频谱持续时间的长短与右心室的收缩时间直接相关,同时,肺动脉左、右分支前后两峰的时间总和小于肺动脉主干波峰的时间,均与肺内血管阻力较高、血流灌注较低的胎儿肺循环高阻力低灌注特点相关。

正常胎儿肺动脉及其分支的血流特点形成早、较稳定<sup>[8-9]</sup>,利用高档彩色多普勒超声诊断仪不仅可以观察肺动脉及其分支的解剖结构及其血流频谱,还能进行测量,是观察胎儿肺循环的一种有效的检查方法<sup>[10-11]</sup>。因此熟悉、掌握正常胎儿肺动脉血流的特征,

有助于在较早孕周对异常肺循环的胎儿作出准确的诊断。

#### 参 考 文 献

- [1] 李胜利. 胎儿心脏畸形产前超声筛查与诊断策略. *Modern practical Medicine*, 2011, 4:364.
- [2] 袁华,解左平,赵博文,等. 彩色超声动态正交三平面法在胎儿心脏筛查中的应用价值. *中国优生与遗传杂志*, 2012, 6:92.
- [3] 吴雅峰,吴江,张涓. 胎儿心血管超声诊断. 北京:人民卫生出版社, 2004:8-9.
- [4] Zalel Y, Wiener Y, Gamzu R, et al. The three-vessel and tracheal view of the fetal heart an in utero sonographic evaluation. *Prenat Diagn*, 2004, 24:174-178.
- [5] Sawyer T, Antle A, Studer M, et al. Neonatal pulmonary artery thrombosis presenting as persistent pulmonary hypertension of the newborn. *Pediatr Cardiol*, 2009, 30:521-522.
- [6] 吴江,吴雅峰,杨新春,等. 正常胎儿肺循环血流的超声心动图特征. *中国超声医学杂志*, 2003, 8:600.
- [7] Fuke S, Kanzaki T, Mu J, et al. Antenatal prediction of pulmonary hypoplasia by acceleration time/ejection time ratio of fetal pulmonary arteries by Doppler blood flow velocimetry. *Am J Obstet Gynecol*, 2009, 2:229-230.
- [8] 李胜利,王晨虹,龙峰,等. 胎儿畸形产前超声诊断学. 北京:人民军医出版社, 2011:110.
- [9] Kitabatake A, Inoue M, Asano M, et al. Noninvasive evaluation of pulmonary hypertension by pulse Doppler technique. *Circulation*, 1993, 9:302-303.
- [10] 李华强. 新生儿持续肺动脉高压的诊断和治疗. *实用儿科临床杂志*, 2009, 2:87.
- [11] 赵有生,王虹,宋雪,等. 新生儿肺动脉高压101例超声评价. *实用儿科临床杂志*, 2007, 9:714.

(收稿日期:2012-12-21)

(本文编辑:张岚)