

## 四维彩色多普勒超声联合孕晚期脐血流 S/D 值对胎儿生长受限的诊断价值

董迎辉, 武晓娜, 耿科蕾

(邯郸市第二医院超声医学科, 河北 邯郸 056001)

**[摘要]** 目的: 分析四维彩色多普勒超声联合孕晚期脐血流收缩期峰值流速/舒张末期流速(S/D)值对胎儿生长受限的诊断价值。方法: 选取 2019 年 11 月—2020 年 11 月我院 112 例诊断为胎儿生长受限孕妇作为研究组, 另选取 88 例于我院进行孕检的正常妊娠孕妇为对照组。所有孕妇均行四维彩色多普勒超声、孕晚期脐血流 S/D 值检查。结果: 与对照组相比, 研究组 >28~32 周、>32 周 S/D 值水平较高 ( $P<0.05$ )。与研究组预后良好胎儿相比, 预后不良胎儿 >28~32 周、>32 周 S/D 值水平较高 ( $P<0.05$ )。与对照组相比, 研究组 >28~32 周、>32 周血流指数 (FI)、血管化指数 (VI)、血管化-血流指数 (VFI) 水平较低 ( $P<0.05$ )。与研究组预后良好胎儿相比, 预后不良胎儿 >28~32 周、>32 周 FI、VI、VFI 水平较低 ( $P<0.05$ )。ROC 曲线显示, 两项联合对胎儿生长受限的诊断价值高于四维彩色多普勒超声、孕晚期脐血流 S/D 值单项检测 ( $P<0.05$ )。结论: 胎儿生长受限孕妇产孕晚期脐血流 S/D 值水平较高, 四维彩色多普勒超声参数 FI、VI、VFI 水平较低, 且预后不良胎儿孕晚期脐血流 S/D 值水平高于预后良好胎儿, FI、VI、VFI 水平低于预后良好胎儿, 四维彩色多普勒超声联合孕晚期脐血流 S/D 值对胎儿生长受限诊断价值较高。

**[关键词]** 胎儿发育; 超声检查, 多普勒, 彩色

**[中图分类号]** R714.53; R445.1

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1008-1062(2024)02-0125-04

DOI:10.12117/jccmi.2024.02.012

### Value of 4D color Doppler ultrasound combined with umbilical cord blood flow S/D value in the diagnosis of fetal growth restriction

DONG Ying-hui, WU Xiao-na, GENG Ke-lei

(Department of Ultrasound Medicine, the Second Hospital of Handan, Handan Hebei 056001, China)

**Abstract: Objective:** To analyze the diagnostic value of 4D color Doppler ultrasound combined with peak systolic flow velocity/end-diastolic flow velocity (S/D) of umbilical blood flow in late pregnancy for fetal growth restriction. **Methods:** 112 pregnant women diagnosed with fetal growth restriction in our hospital from November 2019 to November 2020 were selected as the study group, and another 88 normal pregnant women who underwent pregnancy testing in our hospital were selected as the control group. All pregnant women underwent 4D color Doppler ultrasonography and S/D value of umbilical cord blood flow in late pregnancy. **Results:** Compared with the control group, the S/D value of the research group was higher at 28~32 weeks and >32 weeks ( $P<0.05$ ). Compared with the good prognostic fetus in the study group, the S/D value of the foetus with poor prognostic was higher at 28~32 weeks and >32 weeks ( $P<0.05$ ). Compared with the control group, the blood flow index (FI), vascularization index (VI) and vascularization blood flow index (VFI) levels of the study group were lower at 28~32 weeks and >32 weeks ( $P<0.05$ ). Compared with fetuses with good prognosis in the study group, FI, VI and VFI levels of fetuses with poor prognosis at 28~32 weeks and >32 weeks were lower ( $P<0.05$ ). ROC curve showed that the diagnostic value of the two combined methods for fetal growth restriction was higher than that of 4D color Doppler ultrasound and the single detection of umbilical cord blood flow S/D value in late pregnancy ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** In pregnant women with fetal growth restriction, S/D value of umbilical cord blood flow in late pregnancy was higher, and FI, VI and VFI levels of four-dimensional color Doppler ultrasound parameters were lower, and S/D value of umbilical cord blood flow in late pregnancy of fetuses with poor prognosis was higher than that of fetuses with good prognosis, while FI, VI and VFI levels were lower than that of fetuses with good prognosis. 4D color Doppler ultrasound combined with umbilical cord blood flow S/D value in late pregnancy has high diagnostic value for fetal growth restriction.

**Key words:** Fetal Development; Ultrasonography, Doppler, Color

胎儿生长受限的发生与孕妇营养不良、子宫畸形、药物滥用、脐带异常、胎盘梗死等因素存在联系, 临床常表现为无症状, 故临床诊断难度较大<sup>[1-2]</sup>。胎儿生长受限可造成胎盘血流量降低、供血阻力增高

**[收稿日期]** 2023-06-25; **[修回日期]** 2023-08-25

**[作者简介]** 董迎辉 (1977-), 女, 河北邯郸人, 主治医师。E-mail: 15373786101@163.com

**[通信作者]** 武晓娜, 邯郸市第二医院超声医学科, 056001。E-mail: 15132000566@163.com

**[基金项目]** 2021 年度河北省医学科学研究课题计划项目 (项目编号: 20211140)。

等,使得胎儿缺氧、缺氧、营养供给不足,严重影响了胎儿的正常发育,为围产儿死亡的主要原因<sup>[3]</sup>。脐动脉为联系胎儿、母体的纽带,可反应母体、胎盘生理、病理改变,S/D 值为脐动脉检测指标,在胎儿窘迫、胎儿缺氧等多种疾病诊断中均有应用<sup>[4]</sup>。四维彩色多普勒超声可对各个平面解剖学、病理学等情况进行重建,且可对脏器信息进行有效查看,进而为可疑部位清晰显示提供了有利条件,最终提升了胎儿生长受限产前诊断准确率<sup>[5]</sup>。目前临床关于四维彩色多普勒超声联合孕晚期脐血流 S/D 值诊断胎儿生长受限的相关研究较少,基于此,本文研究在胎儿生长受限诊断中应用四维彩色多普勒超声联合孕晚期脐血流 S/D 值,现报道如下。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

选取 2019 年 11 月—2020 年 11 月我院诊断为胎儿生长受限孕妇 112 例作为研究组,年龄 26~32 岁,平均(27.58±1.21)岁,另选取 88 例于我院进行孕检的正常妊娠孕妇为对照组,年龄 25~32 岁,平均(27.60±1.42)岁。两组受试者均签署知情同意书。本研究经医院医学伦理委员会批准。

纳入标准:胎儿生长受限均符合《胎儿生长受限专家共识(2019 版)》<sup>[6]</sup>中的诊断标准,孕周≥28 周,胎儿体质量<第 10 百分位。

排除标准:合并精神疾病者,合并血管疾病者,胎儿染色体异常者,合并子痫前期者,胎儿结构异常者,合并宫内感染者,合并恶性肿瘤者,通过辅助生育手段获得妊娠者。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 孕晚期脐血流 S/D 值检查

通过多普勒彩超诊断仪(奥地利 Kretz 公司生产,型号 Voluson-E8)对所有孕妇进行检查,腹部凸阵探头,探头频率 3.5 MHz,取孕妇左侧卧位或平卧位,对胎儿体位、双顶径、胎盘情况、头腹位等进行扫描及评估,后对脐带动脉血流进行探查,依照彩色信号进行彩色多普勒取样容积放置,声束与血流夹角应保持在 0°~30°,期间嘱孕妇平稳呼吸,获得收缩期峰值流速(S)、舒张末期流速(D),后计算出 S/D。

#### 1.2.2 四维彩色多普勒超声检查

通过全数字化彩色数字超声多普勒系统(荷兰飞利浦公司生产,型号:EPAQ7)对所有孕妇进行检查,选取早孕颈项透明层厚度模式,频率 4.0~8.5 MHz,检查前嘱孕妇最大程度减少呼吸,检查应在胎儿安静状态下进行,进而避免伪影的产生,三维能量容积数据收集时通过 3D 模式观察胎盘,四维容积感兴

趣区域覆盖后对角度进行调整,探头调整为 PD 模式,在胎盘血流速度最佳、无噪声干扰的情况下进行扫描,胎盘内远端小绒毛血管-基底部-绒毛板完整血管树通过立体数据箱完全显示,连续扫描 15 s 胎盘,获取多普勒超声容积参数,胎盘体积测量由 2 名经验丰富影像科医师进行,并分析 FI、VI、VFI。

#### 1.2.3 预后评估

以胎儿存活为预后良好,以胎儿胎死腹中、宫内终止妊娠、新生儿死亡预后不良。

### 1.3 统计学处理

应用 SPSS 19.0 分析。计量资料采用  $\bar{x}\pm s$  描述,两组间采用 *t* 值检验,计数资料采用  $\chi^2$  检验;诊断效能分析采用受试者工作特征(ROC)曲线,获取曲线下面积、置信区间、敏感度、特异度及准确度,联合诊断实施 Logistic 二元回归拟合,返回预测概率  $\text{logit}(p)$ ,将其作为独立检验变量。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组超声特征对比

胎儿生长受限月经孕周 34W<sup>+1</sup>,超声测量显示胎儿大小约为 29W<sup>+6</sup>,孕子宫动脉出现切迹(图 1a);胎儿生长曲线小于第 10 个百分点(图 1b);胎盘内血管 1~2 级血管树清晰,子宫-螺旋动脉及分支未显示,各级绒毛血管树有结节、凹陷,粗细不均(图 1c)。正常胎儿月经孕周 24W<sup>+1</sup>,超声测量胎儿大小约为 23W<sup>+5</sup>,脐动脉血流频谱呈连续波,S/D 值在正常范围之内(图 2a);胎儿生长曲线在第 10~90 百分位内(图 2b);胎盘内血管 1~4 级绒毛血管树、远端分支及子宫动脉、血管交换网清晰,各级血管树结构多样、形态各异(图 2c)。

### 2.2 两组孕晚期脐血流 S/D 值水平对比

如表 1 所示,与对照组相比,研究组预后良好、预后不良胎儿>28~32 周、>32 周 S/D 值水平较高,具有统计学差异( $P<0.05$ );与研究组预后良好胎儿相比,预后不良胎儿>28~32 周、>32 周 S/D 值水平较高,具有统计学差异( $P<0.05$ )。

### 2.3 四维彩色多普勒超声参数水平对比

表 1 两组孕晚期脐血流 S/D 值水平对比( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	S/D 值	
		>28~32 周	>32 周
对照组	88	2.42±0.30	2.41±0.28
研究组 预后良好	69	4.29±0.92	4.21±0.69
研究组 预后不良	43	4.83±1.02	4.70±0.82
<i>F</i>		20.490	23.610
<i>P</i>		0.001	0.001

注:与对照组相比, $P<0.05$ ;与研究组预后良好相比, $P<0.05$ 。

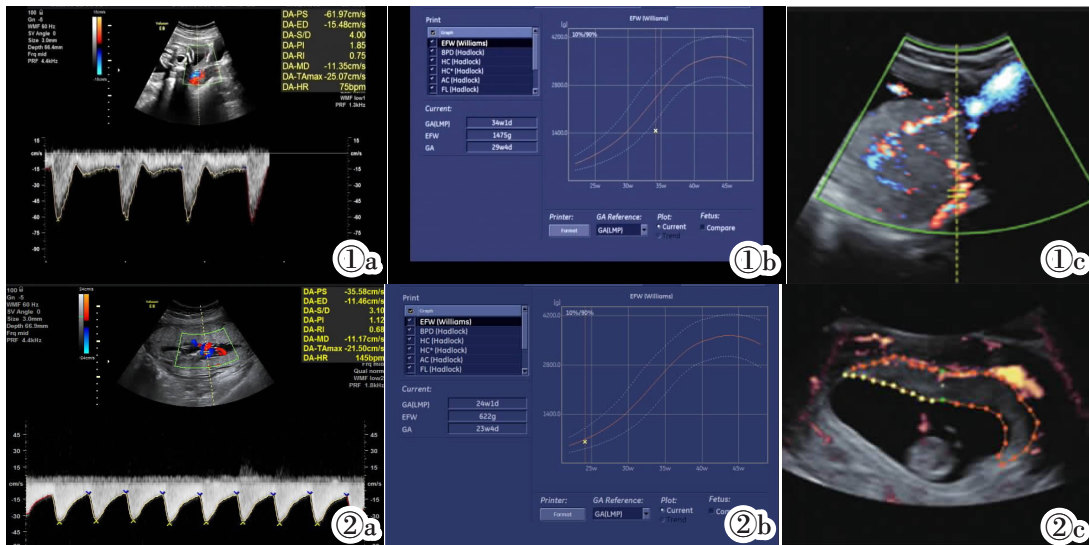


图 1,2 两组超声特征对比。图 1a:生长受限胎儿,子宫动脉血流频谱,出现切迹。图 1b:生长受限胎儿生长曲线,小于第 10 个百分点。图 1c:生长受限胎儿四维超声图。图 2a:正常胎儿脐动脉血流频谱,呈连续波。图 2b:正常胎儿生长曲线在第 10~90 百分位内。图 2c:正常胎儿四维超声图。

Figure 1, 2. Figure 1a: growth restricted (FGR) fetus, uterine artery flow spectrum, incisive. Figure 1b: FGR growth curve, less than the 10th percentile. Figure 1c: Four-dimensional ultrasound image of a fetus with FGR. Figure 2a: Normal fetal umbilical artery flow spectrum, presented continuous wave. Figure 2b: The normal fetal growth curve is within the 10th to 90th percentile. Figure 2c: Normal fetal four-dimensional ultrasound image.

如表 2 所示,与对照组相比,研究组预后良好、预后不良胎儿>28~32 周、>32 周 FI、VI、VFI 水平较低,具有统计学差异( $P<0.05$ );与研究组预后良好胎儿相比,预后不良胎儿>28~32 周、>32 周 FI、VI、VFI 水平较低,具有统计学差异( $P<0.05$ )。

### 2.4 ROC 曲线分析四维彩色多普勒超声联合孕晚期脐血流 S/D 值对胎儿生长受限的诊断价值

如表 3、图 3 所示,ROC 曲线显示,两项联合对胎儿生长受限的诊断价值高于四维彩色多普勒超声、孕晚期脐血流 S/D 值单项检测,具有统计学差异( $P<0.05$ )。

## 3 讨论

胎儿生长受限是由胎盘脐带异常、胎儿遗传学

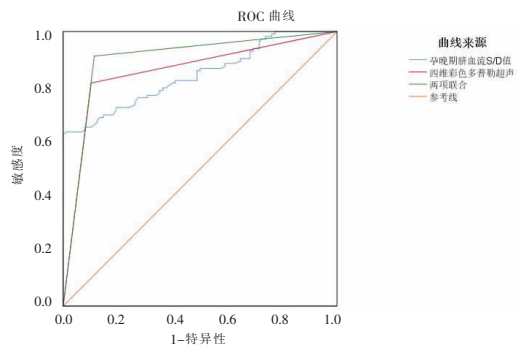


图 3 四维彩色多普勒超声联合孕晚期脐血流 S/D 值诊断胎儿生长受限的 ROC 曲线。

Figure 3. ROC curves of four-dimensional color Doppler ultrasound combined with late pregnancy umbilical cord blood flow S/D value for diagnosing fetal growth restriction.

表 2 四维彩色多普勒超声参数水平对比( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	FI		VI		VFI	
		>28~32 周	>32 周	>28~32 周	>32 周	>28~32 周	>32 周
对照组	88	30.60±3.42	30.58±3.29	27.10±2.60	27.03±2.54	8.35±1.16	8.32±1.14
研究组 预后良好	69	23.58±3.01	23.60±2.89	17.23±2.54	17.02±3.01	5.01±0.54	5.12±0.69
研究组 预后不良	43	16.68±2.54	16.85±1.34	14.05±2.13	14.15±2.51	2.97±0.36	2.75±0.41
F		23.670	26.280	28.550	27.360	29.670	31.020
P		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

注:与对照组相比,1: $P<0.05$ ;与研究组预后良好相比,2: $P<0.05$ 。

表 3 ROC 曲线分析四维彩色多普勒超声联合孕晚期脐血流 S/D 值对胎儿生长受限的诊断价值

指标	AUC(95%CI)	P 值	敏感度	特异度	准确性
孕晚期脐血流 S/D 值	0.842(0.788~0.895)	0.001	75.89%(85/112)	90.91%(80/88)	82.50%(165/200)
四维彩色多普勒超声	0.855(0.799~0.911)	0.001	81.25%(91/112)	89.77%(79/88)	85.00%(170/200)
两项联合	0.899(0.849~0.948)	0.001	91.07%(102/112)	88.64%(78/88)	90.00%(180/200)

检查异常、妊娠合并症及并发症等病理因素引发的产科常见并发症,可造成母胎脐带氧供应减少、胎儿耐受力降低,不仅可对胎儿近期宫内生长发育造成影响,且可影响远期成长,可造成儿童体能、智能发育落后、增加成年后心血管、内分泌等疾病发生风险,因此及早诊治对胎儿生长受限预后改善具有重要意义<sup>[7-9]</sup>。母体作为胎儿营养的供应者,在微量元素缺乏、缺钙、营养不良等情况影响下难以对胎儿正常营养需求进行供应,进而引发了胎儿生长受限,同时双角子宫、双子宫、残角子宫等先天性生殖道畸形同样可诱发胎儿生长受限<sup>[10-11]</sup>。超声为胎儿生长受限筛查、评估的最佳方法,超声可对胎儿腹围、双顶径、股骨、头围、胫骨长度等进行测量,且可对胎儿体质质量进行估算,在胎儿生长发育评估中应用较为广泛。

脐动脉为胎儿营养获取的主要途径,且为母体与胎儿循环连接纽带,故检测脐动脉血流学可对母体、胎盘改变进行反映<sup>[12]</sup>。彩色多普勒脐动脉血为胎儿循环情况判断的常用手段,可结合羊水、胎盘情况,较常规脐血流检测仪准确性更高,脐动脉血包括 RI、PI、S/D,其中 RI、PI 可对子宫动脉血流阻力进行反映,而 S/D 可对胎盘血管阻力进行反映<sup>[13-15]</sup>。正常情况下,胎盘血管床随着妊娠进展而增加,使得血流阻力减少,血流灌注增加,进而保障了胎儿正常血供,而生长受限胎儿胎盘绒毛血管分支减少,胎盘血流灌注降低,循环阻力较大,脐带附着部位异常可对胎儿胎盘血液循环造成阻塞,使得脐动脉阻力增加,脐血流 S/D 值水平随之升高<sup>[16-18]</sup>。本文研究发现,胎儿生长受限孕妇>28~32 周、>32 周孕晚期脐血流 S/D 值水平较高,诊断胎儿生长受限 AUC 达 0.842,提示孕晚期脐血流 S/D 值可作为胎儿生长受限的临床检测手段。但孕晚期脐血流 S/D 值单一检测具有局限性,为提升诊断准确性,本文研究中将其与四维彩色多普勒超声联合。

近年来,超声技术不断进步,超声图像质量、分辨率不断提升,因其无毒、方便、无创等优点在产科中广泛应用<sup>[19]</sup>。二维超声为胎儿生长受限的常用检测手段,但易受胎位方向、羊水量等因素的影响,故诊断效果并不理想,而四维超声可通过扫描、跟踪胎儿运动而进行立体成像,具有直观、动态连续、形象等特点,且图像可进行同步旋转,进而从多角度、多方面观察了胎儿解剖结构及功能,为医师提供较多诊断信息,且便于医师与患者及家属交流、沟通,现阶段应用较为广泛<sup>[20]</sup>。四维彩色多普勒超声在胎儿颜面、四肢、耳朵、头部、脐带等形态结构观察中均有应用,可及早发现胎儿发育缺陷,进而及时诊治<sup>[21]</sup>。胎儿生长受限临床多表现为子宫-螺旋动脉及分支

消失,进而导致胎盘内血流灌注量下降,引发了一系列免疫、应激反应,且可通过释放胎盘因子而改变母体血压状态,FI、VI、VFI 均为四维彩色多普勒超声检测参数,其中 FI 可对孕期胎盘内血流指数进行反映,同样可代表细胞通过数,其水平受脐动脉、子宫动脉血流影响;VI 可对孕期胎盘容积内血管生成情况、胎盘内血管疏密度进行反映,而 VFI 为 FI、VI 的综合表达,FI、VI 水平降低表明胎盘输送至胎儿营养成分下降,进而引发了胎儿生长受限<sup>[22-23]</sup>。本文研究发现,胎儿生长受限孕妇四维彩色多普勒超声参数 FI、VI、VFI 水平较低,四维彩色多普勒超声诊断胎儿生长受限的准确性为 85.00%,低于两项联合诊断的 90.00%,提示胎儿生长受限孕妇存在胎盘血管指数异常情况,与孕晚期脐血流 S/D 值联合检测可提升诊断准确性。

综上所述,本文研究发现,胎儿生长受限孕妇孕晚期脐血流 S/D 值水平较高,四维彩色多普勒超声参数 FI、VI、VFI 水平较低,且随预后不良孕妇孕晚期脐血流 S/D 值水平高于预后良好孕妇,FI、VI、VFI 水平低于预后良好孕妇,四维彩色多普勒超声联合孕晚期脐血流 S/D 值诊断胎儿生长受限的敏感度、准确性均较高,可为胎儿生长受限早期诊断提供有利信息,但因样本量较少,相关研究较少,因此本文上述结果还需后续研究进一步分析证实,进一步分析四维彩色多普勒超声、孕晚期脐血流 S/D 值在胎儿生长受限诊断中的应用价值。

#### [参考文献]

- [1]Lees CC, Romero R, Stampalija T, et al. Clinical opinion: The diagnosis and management of suspected fetal growth restriction: an evidence-based approach[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2022, 226(3): 366-378.
- [2]王波,吴腊梅,王凤琴,等. 孕中期多普勒超声联合血清学标志物检测预测胎儿宫内生长受限的研究 [J]. *中国优生与遗传杂志*, 2022,30(11):1948-1952.
- [3]Damhuis SE, Ganzevoort W, Gordijn SJ. Abnormal fetal growth: small for gestational age, fetal growth restriction, large for gestational age: definitions and epidemiology [J]. *Obstet Gynecol Clin North Am*, 2021, 48(2): 267-279.
- [4]Yin Q, Zhang Y, Ma Q, et al. The clinical value of blood flow parameters of the umbilical artery and middle cerebral artery for assessing fetal distress[J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(5): 5280-5286.
- [5]王春梅. 二维超声联合四维彩超 HD-flow 彩色血流显像在产前诊断胎儿先天性心脏发育异常效果 [J]. *中国计划生育学杂志*, 2021,29(9):1894-1897;2014.
- [6]中华医学会围产医学分会胎儿医学学组,中华医学会妇产科学分会产科学组. 胎儿生长受限专家共识(2019 版)[J]. *中华围产医学杂志*,2019,22(6):361-380.