

• 诊治分析 •

早孕期胎盘三维能量多普勒超声联合腹部超声在胎儿生长受限评估中的应用

邵冰歆, 朱玲

【关键词】 胎儿生长受限; 早孕期; 三维能量多普勒超声; 腹部超声

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.04.017

【中图分类号】 R445.1; R714.43⁺1 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2025)04-0393-04

胎儿生长受限是导致胎儿体弱、患病、围生期死亡的主要原因^[1]。因此,早期预测并尽早诊断、及时干预胎儿生长受限,对改善胎儿预后具有积极意义。研究表明,通过腹部超声测量早孕期胎儿身长,可在一定程度上反映胎儿的生长发育情况^[2]。同时,检测子宫动脉血流参数可了解子宫-胎盘的血流动力学变化,对胎儿生长受限的预测有重要意义^[3]。但由于早孕期胎儿较小,且彩色多普勒超声成像角度依赖性强,临床应用受到一定限制。三维能量多普勒超声可对低流速血流和微小血管进行监测,直观显示胎盘血流灌注情况,还能精确测量胎盘体积(placenta volume, PV)^[4]。腹部超声和三维能量多普勒超声均可从不同维度反映胎儿生长发育情况,为进一步提高超声预测胎儿生长受限的准确性。本研究采用三维能量多普勒超声联合腹部超声检测,评估联合检查对胎儿生长受限的预测价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2023 年 9 月至 2024 年 3 月于湖州市妇幼保健院产科接受产检的 270 例孕妇作为研究对象,年龄 21 ~ 38 岁,平均(29.0±3.9)岁。入院时体质指数(body mass index, BMI) 18.1 ~ 27.0 kg/m²,平均(22.43±2.15) kg/m²;孕周 11 ~ 13 周,平均(12.19±0.55)周;孕次 1 ~ 4 次,平均(1.79±0.58)次。纳入标准:(1)孕周 11 ~ 13⁺6 周,(2)自然受孕,(3)单胎妊娠,(4)胎儿颈项透明层厚度≤3 mm。排除

标准:(1)合并子宫畸形,(2)合并凝血功能障碍,(3)合并胎盘、羊水或脐带异常,(4)合并妊娠并发症,(5)合并精神异常或认知障碍,(6)合并自身免疫疾病或内分泌系统疾病,(7)胎儿结构畸形或染色体异常。剔除标准:失访或研究资料不全者。本研究获得湖州市妇幼保健院医学伦理委员会批准[2023-032(R)],所有研究者均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

1.2 方法 所有孕妇均于孕 11 ~ 13⁺6 周,采用彩色多普勒超声诊断仪(GE E8, 国械注进 20152231495)进行腹部超声检查,设置探头频率为 5.0 MHz,检查前需充盈膀胱。检查时孕妇取仰卧位,掀起上衣,充分暴露腹部,保持平静呼吸。于孕妇腹部涂抹适量耦合剂,将探头轻轻放置于孕妇腹部,以均匀适度压力滑行探头进行常规切面检查及二维超声检查。观察胎儿脏器结构及各项生长发育指标,测量胎儿头臀长(crown-rump length, CRL)。在子宫颈、宫体交界处获取子宫动脉,选取彩色血流信号良好的区域作为取样点,取样线与血流方向的夹角<30°,取样容积设为 2 mm,采集连续 5 个完整、清晰的心动周期频谱,测量血流参数,包括搏动指数(pulsatile index, PI)、阻力指数(resistance index, RI)、动脉收缩期峰值血流流速和舒张末期血流速度的比值(peak systolic velocity/end diastolic, S/D)。以上参数均测量双侧子宫动脉血流,左、右侧分别测量 3 次,共检测 6 次,取平均值作为最终结果。

完成腹部超声检查后,将彩色多普勒超声诊断仪调整为三维能量多普勒模式,设置探头频率为 4.0 ~ 8.5 MHz。嘱孕妇屏住呼吸或减轻呼吸幅度,待

基金项目: 湖州市公益性应用研究项目(2023GY29)

作者单位: 313000 浙江省湖州,湖州市妇幼保健院

通信作者: 邵冰歆, Email: 13735527352@163.com

胎儿处于安静状态,调节探头成像深度和增益,直至可清楚观察胎盘及其附着部位结构时,固定探头位置,使整个胎盘被三维能量多普勒取样框覆盖。慢速扫描整个胎盘,获取容积数据,使用 4D VIEWR 图像软件,采用三维超声体积自动测量技术(virtual organ computed-aided analysis, Vocal)模式测量 PV。调整立体数据箱,确保自绒毛膜板至远端绒毛血管的“胎盘血管树”完整显示。在确保胎盘血流速度最佳的情况下,对胎盘进行持续 15 s 的扫描,获取胎盘血管树三维能量图,采用 Vocal 模式测量胎盘血管指数,包括血流指数(blood flow index, FI)、血管化指数(vascularization index, VI)、血管化血流指数(vascularization-blood flow index, VFI)。检查操作均在 15 min 内完成,期间控制超声诊断仪的热指数 < 0.3、机械指数 < 0.9。

1.3 随访及分组 对所有孕妇的妊娠过程和妊娠结局进行跟踪随访,分娩后确定其是否为胎儿生长受限。胎儿体质量低于同孕周胎儿正常体质量的第 10 百分数位,即可诊断为胎儿生长受限^[5]。分为生长受限组、生长正常组。

1.4 观察指标 比较两组孕妇及胎儿临床资料,包括孕妇年龄、入院时 BMI、孕周、孕次、生育情况、分娩孕周、分娩方式及产后出血;新生儿体质量、Apgar 评分^[6]。比较两组腹部超声检查参数,包括 CRL、PI、RI、S/D。比较两组三维能量多普勒超声检查参数检查参数,包括 PV、FI、VI、VFI。

1.5 统计方法 采用 SPSS 25.0 统计学软件进行数据处理,计量资料均经过 Shapiro-Wilk 正态性检验,

符合正态性分布的计量资料以均数±标准差表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料采用 χ^2 检验;绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线,以曲线下面积(area under curve, AUC)评估胎盘三维能量多普勒超声联合腹部超声对胎儿生长受限的预测价值。*P* < 0.05 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 随访及分组情况 270 例孕妇中,有 1 例失访,最终 269 例孕妇完成研究。分娩结果显示,胎儿生长受限 20 例(7.43%),纳入生长受限组;胎儿生长正常 249 例(92.57%),纳入生长正常组。

2.2 两组孕妇及胎儿资料比较 两组孕妇年龄、入院时 BMI、孕周、孕次、生育情况、分娩方式及产后出血差异均无统计学意义(均 *P* > 0.05);生长受限组产妇分娩孕周、新生儿体质量及新生儿 Apgar 评分均低于生长正常组(均 *P* < 0.05),见表 1。

2.3 两组腹部超声检查参数比较 生长受限组 CRL 小于生长正常组, S/D、PI 及 RI 均高于生长正常组,差异均有统计学意义(均 *P* < 0.05),见表 2。

2.4 两组三维能量多普勒超声检查参数检查参数比较 生长受限组 PV、FI、VI 及 VFI 均低于生长正常组,差异均有统计学意义(均 *P* < 0.05),见表 3。

2.5 联合检查对胎儿生长受限的预测价值 将腹部超声检查参数、三维能量多普勒超声检查参数作为检验变量,将胎儿宫内生长情况作为状态变量(1=胎儿生长受限, 0=胎儿生长正常),绘制 ROC 曲线。结果显示,

表 1 两组孕妇及胎儿临床资料比较

组别	生长受限组(<i>n</i> =20)	生长正常组(<i>n</i> =249)	<i>t</i> (χ^2)值	<i>P</i> 值
孕妇年龄(岁)	28.6±3.9	29.3±3.9	0.68	> 0.05
孕妇入院时体质量指数(kg/m ²)	22.50±2.12	22.31±2.19	0.37	> 0.05
孕周(周)	12.15±0.58	12.21±0.53	0.48	> 0.05
孕次(次)	1.73±0.56	1.81±0.62	0.56	> 0.05
生育情况[例(%)]	初产妇	133(53.41)	(0.02)	> 0.05
	经产妇	116(46.59)		
分娩孕周(周)	35.68±2.53	38.94±0.97	12.17	< 0.05
分娩方式[例(%)]	自然分娩	216(86.75)	(1.25)	> 0.05
	剖宫产	33(13.25)		
产后出血[例(%)]	是	17(6.83)	(0.01)	> 0.05
	否	232(93.17)		
新生儿体质量(g)	2 341.26±298.74	3 126.54±318.77	10.65	< 0.05
新生儿 Apgar 评分(分)	8.13±0.82	9.38±1.03	5.29	< 0.05

联合预测的价值较高($AUC=0.898$),见图 1 ~ 3、表 4。

3 讨论

胎儿生长受限是产科的常见并发症之一,本研究 269 例孕妇中,有 20 例发生胎儿生长受限,发生率为 7.43%,与刘洋等^[7]研究相近,证实了胎儿生长受限的高发生率。本研究结果显示,胎儿生长受限组分娩孕周小于胎儿生长正常组,新生儿体质量、新生儿 Apgar 评分低于胎儿生长正常组(均 $P<0.05$),提示胎儿生长受限导致不良妊娠结局的风险更高,

临床必须加强对胎儿生长受限的重视。随着科学技术的发展,超声凭借简便、安全、可重复性等诸多优点,已成为筛查胎儿生长受限的主要手段^[8]。目前国内大多文献在孕妇孕晚期采用超声监测胎儿脐动脉或大脑中动脉血流灌注情况,虽具有较高预测效能,但此时胎儿各器官已基本发育成熟,并非最佳干预时机,部分生长受限的胎儿已无法逆转。本研究选择在早孕期进行超声检查,旨在尽早发现并干预胎儿生长受限,对胎儿健康成长具有积极意义。

本研究腹部超声检查结果显示,生长受限组

表 2 两组腹部超声检查参数比较

组别	例数	CRL(mm)	PI	RI	S/D
生长受限组	20	50.88±5.27	1.85±0.52	0.72±0.18	3.95±0.82
生长正常组	249	53.92±5.96	1.49±0.43	0.60±0.15	3.46±0.91
<i>t</i> 值		2.21	3.54	3.39	2.33
<i>P</i> 值		< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

注:CRL 为头臂长,PI 为搏动指数,RI 为阻力指数,S/D 为动脉收缩期峰值血流流速和舒张末期血流速度的比值

表 3 两组三维能量多普勒超声检查参数检查参数比较

组别	例数	PV(cm ³)	FI	VI	VFI
生长受限组	20	49.78±8.62	24.93±6.98	21.39±6.94	6.41±1.97
生长正常组	249	55.90±8.93	29.14±6.84	27.02±6.86	8.17±2.35
<i>t</i> 值		2.96	2.64	3.53	3.26
<i>P</i> 值		< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

注:PV 为胎盘体积,FI 为血流指数,VI 为血管化指数,VFI 为血管化血流指数

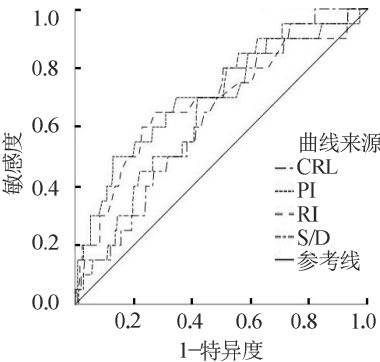


图1 腹部超声检查参数预测胎儿生长受限的 ROC 曲线

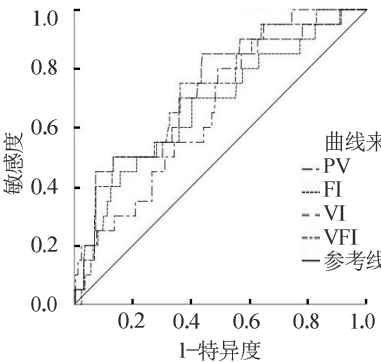


图2 三维能量多普勒超声检查参数预测胎儿生长受限的 ROC 曲线

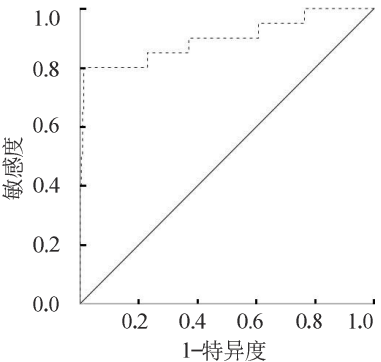


图3 联合检查预测胎儿生长受限的 ROC 曲线

表 4 腹部超声、三维能量多普勒超声检查对胎儿生长受限的预测价值

变量	<i>AUC</i>	95% <i>CI</i>	标准误	<i>P</i> 值	约登指数	<i>cut-off</i> 值	敏感度	特异度
CRL	0.642	0.531 ~ 0.752	0.056	< 0.05	0.294	53.850	0.800	0.494
PI	0.705	0.574 ~ 0.836	0.067	< 0.05	0.371	1.955	0.400	0.871
RI	0.686	0.552 ~ 0.821	0.069	< 0.05	0.377	0.685	0.650	0.727
S/D	0.660	0.548 ~ 0.772	0.057	< 0.05	0.292	3.300	0.850	0.442
PV	0.670	0.563 ~ 0.778	0.055	< 0.05	0.310	56.080	0.800	0.510
FI	0.671	0.542 ~ 0.799	0.065	< 0.05	0.298	27.560	0.700	0.598
VI	0.724	0.608 ~ 0.840	0.059	< 0.05	0.412	25.735	0.850	0.562
VFI	0.723	0.613 ~ 0.833	0.056	< 0.05	0.389	7.725	0.750	0.639
联合	0.898	0.803 ~ 0.994	0.049	< 0.05	0.788		0.800	0.988

注:CRL 为头臂长,PI 为搏动指数,RI 为阻力指数,S/D 为动脉收缩期峰值血流流速和舒张末期血流速度的比值,PV 为胎盘体积,FI 为血流指数,VI 为血管化指数,VFI 为血管化血流指数

CRL 小于生长正常组 ($P < 0.05$)。CRL 能够反映胎儿身长,是早孕期反映生长发育最为直观的指标^[9]。子宫动脉是母体和胎儿进行氧气和营养交换的唯一场所,可影响胚胎着床、发芽及生长发育^[10]。子宫动脉血流参数可准确反映母体供给能力和子宫-胎盘循环状态,正常妊娠过程中,为适应生长发育的需要,孕妇子宫动脉会逐渐转变为低阻力血管,表现为 S/D、PI、RI 逐渐下降^[11]。而本研究腹部超声检查显示,生长受限组 S/D、PI 及 RI 均高于生长正常组 (均 $P < 0.05$)。对于生长受限组的孕妇,其机体处于病理状态,胎盘功能存在障碍,母体与胎盘的血液交换不足。为保证充足的血供,母体启动提高血管阻力这一代偿机制,通过收缩子宫动脉平滑肌,使子宫-胎盘微循环保持高阻力状态,子宫动脉 S/D、PI、RI 明显变高^[12]。

本研究三维能量多普勒超声检查结果显示,生长受限组 PV 小于生长正常组 ($P < 0.05$)。PV 反映母婴之间物质交换状态,其大小决定了为胎儿储存、输送养分的能力,对胎儿的发育和健康起重要作用^[13]。生长受限组 FI、VI 及 VFI 均低于胎儿生长正常组 (均 $P < 0.05$)。FI 表示单位时间内的血细胞通过数,可反映胎盘血管树的血流相对密度;FI 水平降低提示单位时间内经胎盘输送至胎儿的营养成分变少^[14]。VI 表示胎盘组织内的血管数目,其水平直接反映绒毛血管及绒毛分支处于丰富还是稀疏状态;VI 水平降低提示胎盘血管处于稀疏状态,能够进行物质交换的血管减少,胎儿无法足量摄取营养物质^[15]。VFI 是血流密度和血管分布的结合,其水平综合反映血流与血管情况,三者量化值越低,胎盘血流灌注越差。当胎儿生长受限时,胎盘内绒毛血管减少,引起血流灌注不良,胎盘 FI、VI、VFI 明显下降^[16]。

本研究进一步绘制 ROC 曲线,结果显示,腹部超声检查参数、三维能量多普勒超声检查参数单独应用的预测效能均不高,而各参数联合预测胎儿生长受限的 AUC 最高,达 0.898,可有效提高预测效能。建议临床将三维能量多普勒超声检查与腹部超声检查相联合,结合二者优势,避免单一腹部超声检查或单一三维能量多普勒超声检查造成的误差,为临床预估胎儿生长受限的发生提供更为准确的参考依据,以便医务人员尽早实施干预。本研究不足之处:本文为单中心研究,样本量较小,结果可能存在

一定偏倚,还需在日后开展多中心、大样本研究,进一步证实三维能量多普勒超声联合腹部超声在预测胎儿生长受限中的应用价值。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] 徐飞,赵亭亭,沈云.胎儿生长受限的危险因素及分娩孕周对围产儿结局的影响[J].江苏医药,2022,48(2):169-172.
- [2] 王灿,黄猛.胎儿生长受限的超声诊断进展[J].国际妇产科学杂志,2021,48(5):508-511.
- [3] 王倩,石珊,于艳美,等.脑胎盘率及子宫动脉联合检测对晚发型胎儿生长受限预后评估的临床意义[J].医学影像学杂志,2022,32(6):1015-1018.
- [4] 王卫平,林雁,赵蒙.三维能量多普勒超声在观察孕早期胎盘血流预测胎儿生长受限中的应用[J].广东医学,2023,44(2):204-207.
- [5] 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.
- [6] 李茂军,吴青,阳倩,等.Apgar 评分的再评价—美国儿科学会和妇产科学会“Apgar 评分”最新声明简介[J].中华实用儿科临床杂志,2016,31(14):1063-1065.
- [7] 刘洋,李超,乔炳龙,等.血清妊娠相关蛋白 A 联合子宫动脉多普勒超声在妊娠早期预测胎儿生长受限的临床价值[J].解放军医学院学报,2021,42(1):53-56.
- [8] 玄英华,张娜,吴青青,等.超声诊断胎儿生长受限相关胎盘疾病的研究进展[J].临床超声医学杂志,2023,25(5):405-410.
- [9] 马骁骁,申鑫,丘脑水平横断面超声评估孕 11 ~ 13⁺ 周胎儿中脑导水管及其与头臀径的关系的价值研究[J].贵州医药,2023,47(6):959-960.
- [10] 洪海燕,刘宇杰,方丽妮,等.超声检查子宫动脉、脐动脉血流参数对胎儿生长受限的诊断价值及临床监测意义[J].陕西医学杂志,2023,52(5):567-570.
- [11] 陈瑶,俞海平,王永红.胎儿生长受限孕子宫动脉、脐动脉血流指数与妊娠相关血浆蛋白关系及预测效能[J].中国计划生育学杂志,2022,30(3):703-706.
- [12] 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.
- [13] 张茂春,张红薇,陈娇,等.孕早期三维超声检测胎盘体积联合血清学指标对胎儿生长受限的预测价值[J].中国优生与遗传杂志,2022,30(8):1406-1411.
- [14] 赵天娇,赵芝芝.早孕期三维能量多普勒超声联合彩色多普勒预测胎儿生长受限[J].中国计划生育学杂志,2023,31(4):964-967,973.
- [15] 陈风云,李仲均,黄素然,等.四维彩色多普勒超声联合唐氏筛查诊断胎儿生长受限的临床价值[J].中国现代医学杂志,2022,32(22):44-48.
- [16] 李娟,张颖,翟莉丽,等.四维能量多普勒超声对胎儿生长受限的早孕期预测价值[J].中国医药导报,2021,18(16):137-141.

收稿日期:2024-11-23

(本文编辑:吴迪汉)