

# 超声诊断胎儿生长受限的研究进展

杨思璐, 王志梅\*

新疆医科大学第一附属医院产科, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2024年3月9日; 录用日期: 2024年4月2日; 发布日期: 2024年4月9日

## 摘要

胎儿生长受限是一种产科常见疾病, 严重影响新生儿预后, 为我国新生儿死亡的第二大原因。胎儿生长受限目前暂无有效治疗方法, 及时诊断及把握正确的分娩时机是目前面临的难题。超声是目前胎儿宫内诊断及监测的主要手段, 将对近年来彩色多普勒超声测量胎儿径线以及相关血流参数对胎儿生长受限的诊断意义予以综述, 希望可为临床提供依据。

## 关键词

胎儿生长受限, 超声, 彩色多普勒, 脐动脉, 大脑中动脉

# Research Progress of Ultrasound Diagnosis of Fetal Growth Restriction

Silu Yang, Zhimei Wang\*

Department of Obstetrics, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Mar. 9<sup>th</sup>, 2024; accepted: Apr. 2<sup>nd</sup>, 2024; published: Apr. 9<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Fetal growth restriction is a common obstetric disease, which seriously affects the prognosis of newborns and is the second cause of neonatal death in China. There is no effective treatment for fetal growth restriction at present, and timely diagnosis and grasping the correct delivery time are currently facing difficulties. Ultrasound is the main method for intrauterine diagnosis and monitoring of fetuses. In this paper, the diagnostic significance of color Doppler ultrasound in measuring fetal diameter and related blood flow parameters for fetal growth restriction in recent years will be reviewed, hoping to provide a basis for clinical practice.

\*通讯作者。

## Keywords

Fetal Growth Restriction, Ultrasound, Color Doppler, Umbilical Arterial, Middle Cerebral Artery

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

胎儿生长受限(fetal growth restriction, FGR)是一种常见的产科疾病, 是我国第二大新生儿死因。2021年美国妇产科医师协会指南指出: 胎儿生长受限是指估计胎儿体质量(Estimated Fetal Weight, EFW)或腹围小于孕龄体质量第10百分位的胎儿[1]。病理性生长受限的胎儿不仅更易发生新生儿并发症, 还可对远期生长及认知能力有不良影响[2]。目前胎儿生长受限并无良好的预测及治疗方案, 且尚不能与小于胎龄儿区分, 故及时诊断及宫内监测至关重要[3]。超声目前作为最常用最理想的宫内评估方法, 近年来在胎儿生长受限的产前诊断及监测中取得了很大的进展, 现就此进行综述。

## 2. FGR 的病因

造成胎儿生长受限的原因大致上可分为母体因素、胎儿因素及胎盘因素三个方面。子宫-胎盘灌注不良或胎儿生长受损为以上病因致病的共同途径[1]。

母体因素造成胎盘灌注不良、导致 FGR 占胎儿生长受限病因的 25%~30%。其中包括母体自身疾病(孕前糖尿病、自身免疫性疾病[4]、妊娠期高血压疾病[5]、紫绀型心脏病等)、宫内感染、营养不良、不良个人史[6](如吸烟、吸毒、饮酒等)、低的社会经济地位、极端生育年龄(<16岁或>35岁)、FGR 分娩史、未定期产检等。

胎盘是母婴营养交换的场所。任何可能影响胎盘循环的因素都可导致胎儿生长发育迟缓, 主要分为胎盘结构异常和胎盘功能异常。结构异常有帆状胎盘、异常大小的胎盘等。功能异常常见为胎盘功能下降、胎盘内血栓形成、胎盘梗死等, 胎盘功能异常常见于妊娠期高血压疾病[5]。脐带异常包括单脐动脉、脐带扭转及过细、脐带附着部位异常亦可导致宫内胎儿营养不良。另外, 相关遗传学研究表明, 限制性胎盘嵌合(confined placental mosaicism, CPM) [7]指一种胎盘染色体异常, 为诱发染色体正常的胎儿发生 FGR 的关键病因。

胎儿因素主要为胎儿先天性染色体异常、胎儿宫内感染以及胎儿宫内缺氧, 宫内感染是胎儿生长受限的独立危险因素[8]。胎儿染色体异常占 FGR 全部病因的 15%~20%。染色体异常通常在产前检查中表现为胎儿结构异常, 因此建议所有考虑 FGR 的胎儿应行产前诊断[9]。另外, 胎儿宫内感染和缺氧也是影响胎儿成长的一个重要因素。

## 3. 超声诊断 FGR

测量胎儿各径线通过超声测得胎儿双顶径、头围、腹围及股骨长等指标并结合孕周估计胎儿宫内体重是诊断 FGR 的必要手段。近三十年来, 预测胎儿宫内体重的模型达十几种, 准确率最高的仍是 1985年 Hadlock 等报道的根据超声指标所建立的回归模型, 据报道该模型的准确率仅为 67%~86% [10]。研究表明, 胎儿腹围值可反映胎儿内脏发育情况及脂肪堆积, 较其他指标对评估胎儿生长发育情况影响较大, 计算生长径线的 Z-评分可一定程度上反映该径线指标的异常程度, 对指导临床决策有一定意义[11]。

脐动脉血流(umbilical arterial, UA)脐动脉是连接母子之间的生命线。如今, 多普勒超声测量脐动脉血流参数已广泛应用于临床, 包括搏动指数(PI)、阻力指数(RI)和收缩期峰速度/舒张期末期速度(S/D)。脐动脉多普勒能反映胎盘血管的阻力。胎盘阻力跟胎盘功能不全有很大的关系。正常孕期随着孕周的增长, 脐动脉阻力逐渐降低。而胎盘功能不全时则相反。测量脐动脉多普勒血流值可避免 29% 的胎儿宫内死亡 [12]。目前研究普遍表示, 当胎盘循环受阻时, 脐动脉发生异常收缩、阻力增高, 将导致该部位血供减少, 进而导致胎儿宫内缺氧, 影响胎儿宫内的生长发育, 造成胎儿在宫内的生长受限。脐动脉 PI 指脐动脉血流速度最大值与最小值之间的差异(搏动范围)与平均血流速度的比值, 其正常值在 0.8~1.3 之间。当 PI 降低时, 显示脐动脉血流阻力减小, 血流量增大; 反之, 当 PI 上升时, 说明脐动脉血流阻力增加, 血流量减少, 提示胎盘功能不正常或宫内发育限制。RI 指脐动脉血流速度峰值和收缩末期的比值, 主要反映通过脐带进入胎盘的血液对胎盘血管的血液供应状况, 其数值与脐动脉血液的流动性、供氧能力成反比。当 RI 值升高时, 说明胎儿毛细血管床的阻力增加, 造成脐动脉血流量减少和供氧不足, 出现生长迟缓的情况 [13]。S/D 是指收缩期和舒张期脐动脉血流速度的比值。主要反映了胎盘血管硬度变化和胎盘灌注功能, 一般而言, 妊娠晚期当 S/D > 3.0 时, 则可能提示胎儿宫内生长受限或胎盘功能不良。脐动脉 S/D 值升高程度与胎儿不良预后呈正相关, 当脐动脉阻力进一步增加时, 就会导致血流在舒张结束时消失。从而无法计算 S/D 值; 若病情继续加重, 引起舒张末期血流倒置, 则提示此时胎儿宫内窘迫情况严重, 需立即终止妊娠。

大脑中动脉血流(middle cerebral artery, MCA) 胎儿脑中动脉主要反映胎儿脑血管循环情况。与脐动脉相同, 常用的测量指标包括搏动指数 PI、阻力指数 RI 和收缩期峰速度/舒张期末期速度 S/D。当发生 FGR 时, 缺血、缺氧可影响至脑部, 导致胎儿脑部的血管出现异常情况 [14], 当胎儿脑部血氧供应不足时, 为保证大脑、心脏等重要器官血液循环, 机会启动“脑保护效应” [12], 通过主动收缩外周血管来增加脑血管的血容量, 从而优先满足脑的血供, 但长此以往会显著降低脐动脉血流量, 降低胎盘转换血氧能力, 从而加剧缺血缺氧状态 [15], 所以, 大脑中动脉 PI, RI, S/D 都会下降。而脑胎盘率(cerebro placentation, CPR), 即为胎儿大脑中动脉 PI 值和脐动脉 PI 值的比值则会下降。目前认为当 CPR < 1.08 提示胎儿存在宫内缺氧, 是预测胎儿宫内不良结果的可靠指标 [13]。

静脉导管(ductus venosus, DV)大部分国外研究学者对 FGR 胎儿不良发育情况进行分析, 发现此时胎儿静脉系统比动脉系统更优秀, 主要是静脉导管 [16]。静脉导管是位于脐静脉入肝段后与下腔静脉之间的一条血管。其主要功能为把高含氧量的血流直接运输回心脏, 供给胎儿心、脑等重要脏器, 并有效分配供血量。正常胎儿血液循环中, 脐静脉血流中的 25% 高速经 DV 分流入右心房, 55% 分流入肝左叶, 20% 分流入肝右叶。静脉导管血流频谱由两峰, 即心室收缩峰(S 峰)、舒张峰(D 峰)和心房收缩谷(A 谷)组成, 可用来判断心功能情况。生长受限胎儿血流动力学首先发生变化的部位往往是右心, 而静脉导管血流频谱恰恰是一个很好的指标, 反映了心脏舒张功能 [17]。当胎儿出现严重的宫内缺氧时, 胎儿心功能受损严重, 心输出量下降, 中心静脉压增高, 表现为静脉导管 a 波缺失或反向, 所以一旦出现血流速度在舒张末期的波形缺失或逆转。多提示胎儿已经无法代偿缺氧, 出现右心衰, 应马上处理或终止妊娠。

主动脉弓峡部血流(aorticisthmus, AoI)主动脉峡部多普勒血流也被研究用于 FGR 胎儿, 它是胎儿血流动力学状态恶化的一个潜在指标 [18]。AoI 主要反映胎儿的心室和心血管血流动力学状态。当 AoI 顺行血流正常时, 为冠状动脉和脑循环提供了优先供应的含氧血, 可保证重要心脑血管器官的血液供应。当主动脉峡部内的血流被逆转时, 来自肺动脉和主动脉的氧含量更多的血液被引导至胎盘, 大脑将被低氧血液灌注, 导致脑供氧显著减少, 不适合正常的神经发育。据报道, AoI 的变化可能代表胎盘不足 - 低氧血症和胎儿心力衰竭之间的中间步骤, 发生在与胎儿心血管恶化相关的 DV 异常之前 [19]。作为胎盘功能严重不全的征兆, 可能有助于以后分娩时间的决策。国外一项关于 AoI 的荟萃分析表明 [19], AoI 逆行显著增

加围产期死亡、死产和新生儿呼吸窘迫综合征(RDS)的风险, 是一个可靠的新生儿预后预测指标。

子宫动脉血流(Uterine artery, UtA) UtA 为髂内动脉前干的分支, 行于子宫颈分上、下两支, 子宫体支沿子宫侧缘上行, 向子宫肌层发出分支, 最后发出螺旋动脉供应子宫内膜。常用参数包括搏动指数 PI、阻力指数 RI 和收缩期峰值流速末期流速之比 S/D, 三者均反映血管阻力。当各种原因导致子宫胎盘循环出现障碍时, 子宫动脉的阻力将会升高, 其中 PI 与子宫动脉阻力呈线性相关, 故临床上主要使用 PI 值评价子宫动脉阻力情况。吴凤钰[20]等认为虽然在 FGR 中可检测到 UtA 阻力参数的升高, 但其敏感度和阳性预测值均较低, 在临床实践中用来预测 FGR 效能不足。

#### 4. 结语

胎儿宫内生长是一个比较复杂的过程。目前还没有有效的治疗胎儿生长受限的方法。故宫内监护和终止妊娠时机的选择显得尤为重要。近几年来, 产前超声诊断技术有了突飞猛进的发展, 多普勒血流参数可为临床在胎儿宫内监测方面提供有价值的信息, 帮助临床评估较为合适的分娩时机, 从而改善母婴结局。目前对于各个血流参数的意义尚需要进一步研究, 早期诊断和有效治疗 FGR 仍是需要攻克的难题。

#### 参考文献

- [1] 陈瑞欣, 漆洪波, 刘兴会. 2021年美国妇产科医师协会胎儿生长受限指南解读[J]. 实用妇产科杂志, 2021, 37(12): 907-909.
- [2] Masoumy, E.P., Sawyer, A.A., Sharma, S., et al. (2018) The Lifelong Impact of Fetal Growth Restriction on Cardiac Development. *Pediatric Research*, **84**, 537-544. <https://doi.org/10.1038/s41390-018-0069-x>
- [3] 谈程, 丁依玲. 小于胎龄儿与胎儿生长受限[J]. 中国计划生育和妇产科, 2023, 15(12): 22-25, 28. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4020.2023.12.06>
- [4] Spinillo, A., Beneventi, F., Locatelli, E., et al. (2016) The Impact of Unrecognized Autoimmune Rheumatic Diseases on the Incidence of Preeclampsia and Fetal Growth Restriction: A Longitudinal Cohort Study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, **16**, Article No. 3130 <https://doi.org/10.1186/s12884-016-1076-8>
- [5] Mecacci, F., Romani, E., Clemenza, S., et al. (2023) Early Fetal Growth Restriction with or without Hypertensive Disorders: A Clinical Overview. *Reproductive Sciences*, **31**, 591-602. <https://doi.org/10.1007/s43032-023-01330-9>
- [6] Walfisch, A., Nikolovski, S., Talevska, B. and Hallak, M. (2013) Fetal Growth Restriction and Maternal Smoking in the Macedonian Roma Population: A Causality Dilemma. *Archives of Gynecology & Obstetrics*, **287**, 1131-1136. <https://doi.org/10.1007/s00404-013-2731-1>
- [7] Miyagami, K., Shirato, N., Izumi, M., et al. (2022) Prenatal Identification of Confined Placental Mosaicism in Pregnant Women with Fetal Growth Restriction. *Reproductive Sciences*, **29**, 896-903. <https://doi.org/10.1007/s43032-021-00772-3>
- [8] 赵雪丰, 李萍. 519例胎儿宫内生长受限发生的危险因素及妊娠结局[J]. 临床医学研究与实践, 2020, 5(23): 34-35. <https://doi.org/10.19347/j.cnki.2096-1413.202023013>
- [9] Blythe, C., Vazquez, R.E.Z., Cabrera, M.S., et al. (2019) Results of Full Postmortem Examination in a Cohort of Clinically Unexplained Stillbirths: Undetected Fetal Growth Restriction and Placental Insufficiency Are Prevalent Findings. *Journal of Perinatology*, **39**, 1196-1203. <https://doi.org/10.1038/s41372-019-0412-z>
- [10] 刘腾, 朱屹, 林燕茹, 等. 基于支持向量回归的新型胎儿体重预测模型的研究[J]. 中国妇幼健康研究, 2022, 33(9): 14-21.
- [11] 赵娜, 朱雯. 胎儿超声生物学指标 Z-评分值评估胎儿生长发育效果[J]. 中国计划生育学杂志, 2020, 28(11): 1890-1893.
- [12] 陈平. 超声检测胎儿脐动脉、大脑中动脉血流参数对胎儿生长受限的诊断价值[J]. 影像研究与医学应用, 2023, 7(10): 156-158. <https://doi.org/10.3969/j.issn.2096-3807.2023.10.050>
- [13] Coenen, H., Braun, J., Köster, H., et al. (2022) Role of Umbilicocerebral and Cerebroplacental Ratios in Prediction of Perinatal Outcome in FGR Pregnancies. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, **305**, 1383-1392. <https://doi.org/10.1007/s00404-021-06268-4>
- [14] 郑新, 赵乐. 胎儿脐动脉、大脑中动脉及产前子宫动脉多普勒超声参数联合血清胎盘生长因子对胎儿生长受限的预测价值[J]. 影像研究与医学应用, 2023, 7(15): 75-77. <https://doi.org/10.3969/j.issn.2096-3807.2023.15.024>

- [15] Zanjani, M.S., Roya, N., *et al.* (2014) Fetal Cerebral Hemodynamic in Gestational Diabetic versus Normal Pregnancies: A Doppler Velocimetry of Middle Cerebral and Umbilical Arteries. *Acta Neurologica Belgica*, **114**, 15-23. <https://doi.org/10.1007/s13760-013-0221-7>
- [16] Suekane, T., *et al.* (2021) Time Interval Analysis of Ductus Venosus and Cardiac Cycles in Relation with Umbilical Artery pH at Birth in Fetal Growth Restriction. *BMC Pregnancy and Childbirth*, **21**, Article No. 671. <https://doi.org/10.1186/s12884-021-04115-7>
- [17] 陈秀兰, 黄玉涛, 程楚云. 妊娠晚期彩超下脐动脉、胎儿大脑中动脉、静脉导管血流参数与胎儿生长受限的相关性分析[J]. 中外医学研究, 2023, 21(26): 69-72.
- [18] 丁豆豆, 张悦, 顾向梅. 彩色多普勒血流显像检测孕晚期脐动脉、大脑中动脉及主动脉弓峡部血流在评估胎儿生长受限中的价值[J]. 临床医学研究与实践, 2023, 8(15): 111-113, 117.
- [19] La Verde, M., Savoia, F., Riemma, G., *et al.* (2023) Fetal Aortic Isthmus Doppler Assessment to Predict the adverse Perinatal Outcomes Associated with Fetal Growth Restriction: Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, **309**, 79-92. <https://doi.org/10.1007/s00404-023-06963-4>
- [20] 吴凤钰, 孙路明. 子宫动脉超声多普勒血流在胎儿生长受限诊断中的价值探讨[J]. 中国计划生育和妇产科, 2023, 15(12):26-28. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4020.2023.12.07>