

彩色多普勒超声血流显像技术在孕期预测 胎儿宫内生长受限的价值分析*

孙莉¹ 胡频¹ 宋玉荣¹ 储继军² 黄才敏¹

(1. 安徽医科大学第二附属医院妇产科, 安徽 合肥 230001; 2. 安徽中医药大学第一附属医院妇科, 安徽 合肥 230031)

【摘要】 目的 探究彩色多普勒超声血流显像技术在孕期预测胎儿宫内生长受限(FGR)的价值。方法 选取 2020 年 3 月—2022 年 8 月安徽医科大学第二附属医院定期入院孕检的 102 例孕晚期孕妇为观察对象, 其中晚发型 FGR 31 例作 FGR 组, 正常孕妇 71 例作对照组。比较两组胎儿生长发育指标、子宫动脉、脐动脉及大脑中动脉血流参数及妊娠结局, 并分析血流参数对 FGR 的预测价值。结果 FGR 组胎儿头围、双顶径、腹围及股骨径低于对照组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); FGR 组母体子宫动脉 PI、RI、S/D, 胎儿脐动脉 PI、RI、S/D 高于对照组, 胎儿大脑中动脉 PI、RI 低于对照组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 子宫动脉 PI、RI、S/D, 胎儿脐动脉 PI、RI、S/D, 胎儿大脑中动脉 PI、RI 均对 FGR 具有一定的预测价值, 曲线下面积(AUC)分别为 0.677、0.721、0.722、0.674、0.695、0.700、0.702、0.672, 联合子宫动脉、脐动脉及大脑中动脉超声参数预测 FGR 的 AUC 为 0.852, 高于个单项指标($P < 0.05$); FGR 组急诊剖宫产、早产、1 min Apgar 评分 < 7 分及转入新生儿重症监护病房(NICU)发生率高于对照组, 分娩孕周、新生儿出生体重低于对照组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。结论 彩色多普勒超声血流显像技术可用于孕期预测晚发型 FGR, 联合子宫动脉、脐动脉及大脑中动脉超声参数具有较高的预测效能。

【关键词】 胎儿宫内生长受限; 彩色多普勒超声血流显像技术; 脐动脉; 大脑中动脉; 子宫动脉; 预测价值

【中图分类号】 R445.1 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2024.12.027

Predictive value of color Doppler flow imaging in fetal growth restriction during pregnancy

SUN Li¹, HU Pin¹, SONG Yurong¹, CHU Jijun², HUANG Caimin¹

(1. Department of Obstetrics and Gynecology, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001, China;
2. Department of Gynecology, The First Affiliated Hospital of Anhui University of Traditional Chinese Medicine, Hefei 230031, China)

【Abstract】 **Objective** To explore the predictive value of color Doppler flow imaging (CDFI) in fetal growth restriction (FGR) during pregnancy. **Methods** A total of 102 pregnant women in late pregnancy undergoing regular pregnancy tests in the hospital were enrolled as the research objects from March 2020 to August 2022, including 31 cases with late-onset FGR in FGR group and 71 normal cases in control group. The fetal growth and development indexes, blood flow parameters of uterine artery, umbilical artery and middle cerebral artery, and pregnancy outcomes were compared between the two groups. The predictive value of blood flow parameters for FGR was analyzed. **Results** The FETAL head circumference, biparietal diameter, abdominal circumference and femur diameter in FGR group were lower than those in control group($P < 0.05$). PI, RI and S/D of maternal uterine artery and fetal umbilical artery in FGR group were higher than those in control group, while PI and RI of fetal middle cerebral artery were lower than those in control group($P < 0.05$). PI, RI and S/D of uterine artery, PI, RI and S/D of fetal umbilical artery, PI and RI of fetal middle cerebral artery were of certain predictive value for FGR, and the area under the curve (AUC) values of 0.677, 0.721, 0.722, 0.674, 0.695, 0.700, 0.702 and 0.672, respectively. AUC of combined detection was 0.852, greater than that of single

基金项目: 2020 年度安徽省自然科学基金项目(2008085QD162)

通讯作者: 黄才敏, E-mail: 7352666122@qq.com

引用本文: 孙莉, 胡频, 宋玉荣, 等. 彩色多普勒超声血流显像技术在孕期预测胎儿宫内生长受限的价值分析[J]. 西部医学, 2024, 36(12): 1859-1862, 1867. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2024.12.027

index ($P < 0.05$). The incidence of emergency cesarean section, premature delivery, 1 min Apgar score < 7 points and transfer to neonatal intensive care unit (NICU) in FGR group was higher than that in control group, while gestational age and neonatal birth weight were lower than those in control group ($P < 0.05$). **Conclusion** CDFI can be applied to predict late-onset FGR during pregnancy. The combined detection with blood flow parameters of uterine artery, umbilical artery and middle cerebral artery has higher predictive efficiency.

【Key words】 Fetal growth restriction; Color Doppler flow imaging; Umbilical artery; Middle cerebral artery; Uterine artery; Predictive value

胎儿宫内生长受限 (Fetal growth restriction, FGR) 是各种因素引起的胎盘功能不良或胎儿营养不良, 导致生长潜力受限^[1]。我国 FGR 的发生率为 3%~7%, 是导致围生儿死亡的主要原因^[2]。目前, FGR 的具体发病机制尚未完全明确, 普遍认为与胎盘功能及胎儿宫内营养供应异常有关^[3]。临床对于 FGR 尚缺乏预防性干预措施, 仅可通过产检和尽早诊断指导临床治疗或终止妊娠^[4]。彩色多普勒超声检查可测定胎儿头围、双顶径等指标观察胎儿发育情况, 但 FGR 诊断假阳性率较高^[5]。随着超声技术的不断发展, 血流显像技术可显示胎儿血流异常情况, 用于 FGR 的诊断与评估^[6]。发生于孕 32 周后的 FGR 称为晚发型 FGR, 这类病变脐血流变化不明显, 极易被忽视^[7]。关于子宫动脉、胎儿脐动脉及大脑中动脉血流参数与晚发型 FGR 预测价值的研究较少, 本研究将对比展开研究, 以提高对晚发型 FGR 的评估能力。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2020 年 3 月—2022 年 8 月安徽医科大学第二附属医院定期入院孕检的 102 例孕晚期孕妇为观察对象, 其中晚发型 FGR 31 例作 FGR 组, 正常孕妇 71 例作对照组。纳入标准: 自然受孕, 入组时孕周 ≥ 32 周; 年龄 20~34 岁; 单胎; 可坚持规律

产前检查; 孕妇精神意识及沟通能力正常, 签署知情同意书。排除标准: 存在妊娠合并症、并发症; 合并重大内科疾病、恶性肿瘤等; 产前孕检显示胎儿畸形或染色体异常; 多胎妊娠; 伴有神经认知障碍; 既往习惯性流产史。剔除标准: 流产; 中途转院未获取妊娠结局资料; 中途退出研究。FGR 的诊断标准参考《胎儿生长受限专家共识 (2019 版)》, 胎儿超声估测体重或腹围低于相应孕龄平均体重第 10 百分位数或低于其平均体重的 2 个标准差^[8]。

1.2 方法 选择 Voluson E8 型彩色多普勒超声诊断系统 (美国 GE 公司), 设置凸阵探头频率为 3.5~5.0 MHz。安抚孕妇平复情绪, 指导其取平卧位, 先观察胎儿基本情况 (胎盘、胎心、脐带), 再测量胎儿生长发育指标 (头围、双顶径、腹围和股骨径), 再探查子宫动脉、脐动脉及大脑中动脉, 获取血流参数 [搏动指数 (Pulse index, PI)、阻力指数 (Resistance index, RI) 和收缩期末流速/舒张期末流速 (S/D)]。将探头置于孕妇腹部下侧缘, 彩超显示子宫动脉与髂外动脉交叉处, 找到未分支的子宫动脉进行取样, 再将取样框置于脐带游离部取样, 将探头向胎儿颅底移动, 找到蝶骨大翼, 将取样框置于 Willis 环中段位置采集大脑中动脉血流参数, 见图 1。

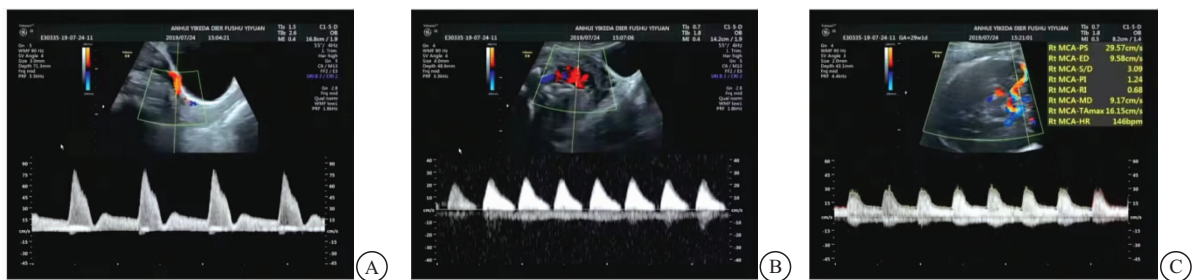


图 1 超声图像

Figure 1 Ultrasonic images

注: A. 子宫动脉; B. 脐动脉; C. 大脑中动脉。

1.3 随访 随访至分娩结束, 统计妊娠结局 (分娩孕周、急诊剖宫产、早产、新生儿 Apgar 评分等)。

1.4 统计学分析 采用软件 SPSS 22.0 处理数据, 计量资料行正态、方差齐性检验, 以 $(\bar{x} \pm s)$ 描述, 采用 t 检验比较; 计数资料以 (n) 或 $(\%)$ 描述, 采用 χ^2 检验

或 Fisher 精确概率比较; 采用受试者工作特征 (Receiver operator characteristic, ROC) 曲线评价彩色多普勒超声血流显像技术对 FGR 的预测价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组孕妇一般资料比较 两组孕妇年龄、孕周、体质量指数及产史资料的比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$),见表 1。

表 1 两组孕妇一般资料比较 $[(\bar{x} \pm s), n(\times 10^{-2})]$

一般资料	FGR 组 (n=31)	对照组 (n=71)	t/ χ^2	P
年龄(岁)	29.14±1.25	29.51±1.18	1.431	0.156
孕周(周)	35.58±0.59	35.72±0.63	1.052	0.295
BMI(kg/m ²)	23.73±1.54	23.60±1.36	0.426	0.671
产史			0.746	0.388
初产	24(77.42)	60(84.51)		
经产	7(22.58)	11(15.49)		

2.2 两组胎儿发育指标比较 FGR 组胎儿头围、双顶径、腹围及股骨径低于对照组,差异均有统计学意义 ($P<0.05$),见表 2。

表 2 两组胎儿发育指标比较 $(\bar{x} \pm s, \text{cm})$

发育指标	FGR 组 (n=31)	对照组 (n=71)	t	P
头围	25.93±2.87	30.62±3.54	6.497	<0.001
双顶径	7.07±0.84	8.85±0.96	8.933	<0.001
腹围	23.71±3.28	30.16±3.77	8.254	<0.001
股骨径	5.14±1.05	6.42±1.11	5.443	<0.001

2.3 两组超声参数比较 FGR 组母体子宫动脉 PI、RI、S/D、胎儿脐动脉 PI、RI、S/D 高于对照组,胎儿大脑中动脉 PI、RI 低于对照组,差异均有统计学意义 ($P<0.05$),见表 3。

表 3 两组超声参数比较 $(\bar{x} \pm s)$

超声参数	FGR 组 (n=31)	对照组 (n=71)	t	P
子宫动脉				
PI	1.21±0.18	0.80±0.15	11.934	<0.001
RI	0.65±0.11	0.39±0.08	13.411	<0.001
S/D	3.27±0.25	2.62±0.21	13.555	<0.001
脐动脉				
PI	1.31±0.12	0.77±0.18	15.266	<0.001
RI	0.65±0.09	0.56±0.07	5.461	<0.001
S/D	2.96±0.23	2.25±0.31	11.438	<0.001
大脑中动脉				
PI	1.05±0.24	1.86±0.21	17.147	<0.001
RI	0.60±0.05	0.75±0.07	10.777	<0.001

2.4 超声参数对 FGR 的预测价值 子宫动脉 PI、RI、S/D、胎儿脐动脉 PI、RI、S/D、胎儿大脑中动脉 PI、RI 均对 FGR 具有一定的预测价值,曲线下面积 (AUC) 分别为 0.677、0.721、0.722、0.674、0.695、0.700、0.702、0.672,联合子宫动脉、脐动脉及大脑中动脉超声参数预测 FGR 的 AUC 为 0.852,高于个单项指标 ($P<0.05$),见图 2、表 4。

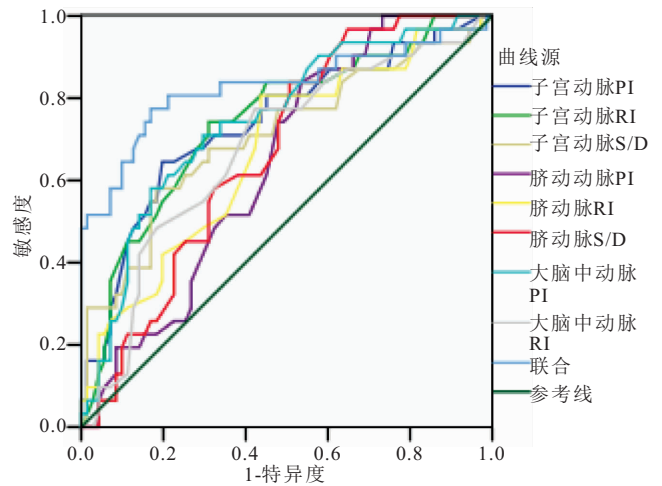


图 2 超声参数预测 FGR 的 ROC 曲线

Figure 2 ROC curves of ultrasonic parameters for predicting FGR

表 4 超声参数对 FGR 的预测价值

超声参数	AUC	95%CI	灵敏度 (%)	特异度 (%)	P
子宫动脉					
PI	0.677	0.577~0.766	58.06	73.24	0.003
RI	0.721	0.614~0.828	67.74	67.61	<0.001
S/D	0.722	0.625~0.807	61.29	81.69	<0.001
脐动脉					
PI	0.674	0.570~0.778	96.77	35.21	0.005
RI	0.695	0.590~0.800	87.10	54.93	0.002
S/D	0.700	0.600~0.800	87.10	50.70	0.001
大脑中动脉					
PI	0.702	0.604~0.789	54.84	80.28	<0.001
RI	0.672	0.572~0.762	77.42	54.93	<0.001
联合	0.852	0.768~0.915	77.42	81.69	<0.001

2.5 两组妊娠结局比较 FGR 组急诊剖宫产、早产、1 min Apgar 评分<7 分及转入新生儿重症监护病房 (NICU) 发生率高于对照组,分娩孕周、新生儿出生体重低于对照组,差异均有统计学意义 ($P<0.05$),见表 5。

表 5 两组妊娠结局比较 $[(\bar{x} \pm s), n(\times 10^{-2})]$

妊娠结局	FGR 组 (n=31)	对照组 (n=71)	t/ χ^2	P
分娩孕周	35.86±3.25	37.24±1.68	2.826	0.006
急诊剖宫产	13(41.93)	4(5.63)	20.474	<0.001
早产	12(38.71)	3(4.22)	—	<0.001
1 min Apgar 评分<7 分	9(29.03)	2(2.82)	—	<0.001
新生儿出生体重(kg)	3.19±0.34	3.82±0.40	7.641	<0.001
转入 NICU	10(32.26)	3(4.22)	—	<0.001

注:“—”表示行 Fisher 精确概率。

3 讨论

孕期营养不足、脐带因素、胎儿自身因素等多途径作用下,引起胎盘血供及血管损伤,胎儿宫内缺血

缺氧从而诱发 FGR^[9]。2021 年美国妇产科医师协会 FGR 指南中指出,孕妇孕期状况是 FGR 的关键因素,孕期早期预测、诊断,并予以干预措施,是降低 FGR 发病率的关键^[10]。FGR 的临床诊断需要结果临床表现、超声及体格检查结果、发病孕周等信息,进行综合判断,但无法提供早期预测。超声是产科常用的监测方法,具有无创、便捷的优势,常规二维超声监测胎儿发育指标可为 FGR 提高诊断依据,但胎儿个体发育差异较大,且需要多次测量数据,操作繁琐,存在假阳性风险;然而测定子宫动脉、脐动脉、胎儿大脑中动脉等血流参数,可客观反映血流动力学情况,为 FGR 提供有效信息^[11-12]。

目前,关于预测 FGR 的研究主要以其发病机制为切入点,胎盘滋养细胞入侵不足以及子宫螺旋动脉重铸障碍是主要的病理生理机制^[13]。子宫动脉是胎盘的血液供应源,胎盘血供不足会引起胎盘细胞选择性蛋白合成障碍,胎盘细胞增殖受阻,直接影响胎盘功能,造成隐匿型 FGR^[14]。正常生理状态下,随着孕期增加,胎儿血液供应量持续增加,子宫动脉灌注能力增加,血流阻力将降低^[15]。李坤^[16]回顾性分析孕妇临床资料,发现超声子宫动脉血流参数对 FGR 有较好的预测价值。本研究结果显示,FGR 组母体子宫动脉 PI、RI、S/D 高于对照组,与既往研究^[17]结果相符。分析其原因可能是发生 FGR 孕妇多伴有不同程度的子宫-胎盘循环障碍,循环阻力升高,导致胎盘血供不足,母体会代偿性升高子宫动脉压力,维持血供,超声表现为子宫动脉 PI、RI、S/D 升高。

脐动脉位于胎盘根部,从胎儿心脏发出,不仅可以完成母体的营养物质输送,还可将胎儿体内的代谢产物运送至胎盘^[18]。胎盘组织正常发育成熟的情况下,脐动脉阻力会逐渐下降,增加胎盘血流量,维持胎儿生长发育;当 FGR 发生时,胎儿整体处于缺血缺氧状态,脑部将启动供血保护机制,大脑中动脉阻力降低,维持重要脏器的血流量,但体循环为收缩状态,脐动脉等外周血管阻力升高^[19-20]。本研究中,与正常孕妇比较,FGR 孕妇胎儿脐动脉 PI、RI、S/D 明显升高,胎儿大脑中动脉 PI、RI 明显降低,与马楠^[21]结论一致。

随着超声技术的不断发展,子宫动脉、脐动脉及大脑中动脉血流动力学数据在临床的应用研究逐渐增多^[22-23],但三者联合的相关研究较少。为提高 FGR 的预测价值,本研究进一步绘制 ROC 曲线,联合子宫动脉、脐动脉及大脑中动脉超声参数进行分析,发现子宫动脉 PI、RI、S/D、胎儿脐动脉 PI、RI、S/D、胎儿大脑中动脉 PI、RI 均对 FGR 具有一定的预测价值,联合预测价值更高,AUC 为 0.852(95%CI:0.768~

0.915),提示子宫动脉、脐动脉及大脑中动脉血流参数可用于晚发型 FGR 的预测,并为是否决策终止妊娠提供依据。

4 结论

彩色多普勒超声血流显像技术可作为晚发型 FGR 的有效监测手段,如出现明显的子宫动脉、脐动脉及大脑中动脉血流异常,提示围产儿结局不良风险增加,应积极采取相应干预措施,改善围产儿预后。

【参考文献】

- [1] LEES C C, 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] CAI M, LIN N, SU L, *et al.* Fetal growth restriction: associated genetic etiology and pregnancy outcomes in a tertiary referral center[J]. *J Transl Med*, 2022, 20(1):168.
- [3] JOO E H, KIM Y R, KIM N, *et al.* Effect of endogenous and exogenous oxidative stress triggers on adverse pregnancy outcomes: preeclampsia, fetal growth restriction, gestational diabetes mellitus and preterm birth[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(18):10122.
- [4] 柏艳红, 饶洪杰, 李敏. 基于超声检测 S/D, IFI, CPR 预测胎儿宫内生长受限的效能及意义[J]. *影像科学与光化学*, 2022, 40(2):243-247.
- [5] MA Y, LI C, WANG Y, *et al.* Prenatal prediction of fetal growth restriction and postnatal outcomes by ultrasound assessment of fetal myocardial performance index and blood flow spectrum [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2022, 2022:4234137.
- [6] DUTTA A, ALEXANDER D, KARRISON T, *et al.* Household air pollution, ultrasound measurement, fetal biometric parameters and intrauterine growth restriction [J]. *Environ Health*, 2021, 20(1):74.
- [7] BRUIN C, DAMHUIS S, GORDIJN S, *et al.* Evaluation and management of suspected fetal growth restriction[J]. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*, 2021, 48(2):371-385.
- [8] 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.
- [9] DAMHUIS S E, GANZEVOORT W, GORDIJN S J. 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.
- [10] 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.
- [11] ATALLAH A, BUTIN M, MORET S, *et al.* Fetal growth restriction: underdiagnosed condition with non-optimal screening [J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2022, 35(25):8237-8244.
- [12] 施如勇, 陈建康, 郭红, 等. 超声血流参数变化对孕晚期胎儿生长受限的诊断价值分析[J]. *中国超声医学杂志*, 2022, 38(1):61-65.

- [7] SUCATO V, TESTA G, PUGLISI S, *et al.* Myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries (MINOCA): Intracoronary imaging-based diagnosis and management[J]. *J Cardiol*, 2021, 77(5):444-451.
- [8] MA H, DAI X, YANG X, *et al.* Clinical and imaging predictors of impaired myocardial perfusion in symptomatic patients after percutaneous coronary intervention: insights from dynamic CT myocardial perfusion imaging. [J]. AME Publishing Company, 2021, 11(7):3327-3337.
- [9] WANG Y, ZHAO X X, ZHOU P, *et al.* Residual SYNTAX score in relation to culprit-plaque characteristics and cardiovascular risk in acute myocardial infarction; an optical coherence tomography study[J]. *European Heart Journal*, 2021, 6(5):22-24.
- [10] LYU W Y, QIN C Y, WANG X T, *et al.* The application of myocardial contrast echocardiography in assessing microcirculation perfusion in patients with acute myocardial infarction after PCI[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2022, 22(1):233-235.
- [11] WANG J, YANG M, YANG Z, *et al.* Long-Term Prognostic Value of Myocardial Viability by Myocardial Contrast Echocardiography in Patients after Acute Myocardial Infarction: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58(10):1429-1432.
- [12] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会, 《中国循环杂志》编辑委员会. 急性心肌梗死诊断和治疗指南 [J]. *中华心血管病杂志*, 2001, 29(12):710-725.
- [13] FRANTZ S, HUNDERTMARK M J, SCHULZ-MENGER J, *et al.* Left ventricular remodelling post-myocardial infarction; pathophysiology, imaging, and novel therapies[J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(27):2549-2561.
- [14] 程建中, 王佩佩, 周海霞, 等. 三维超声斑点追踪成像预测急性心肌梗死患者介入术后主要心脏不良事件的价值[J]. *郑州大学学报(医学版)*, 2022, 57(3):383-387.
- [15] ZHOU Y X, HU Y G, CAO S, *et al.* Prognostic value of myocardial contrast echocardiography in acute anterior wall ST-segment elevation myocardial infarction with successful epicardial recanalization [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2022, 10(8):1007-1009.
- [16] LIN Y, GUAN X, REN K, *et al.* Low-dose dobutamine stress myocardial contrast echocardiography for the evaluation of myocardial microcirculation and prediction of overall cardiac function recovery[J]. *Exp Ther Med*, 2020, 20(2):1315-1320.
- [17] 侯海文, 郝汇聪, 韩晓娟, 等. 心肌声学造影评估心肌灌注状态在急性心肌梗死患者诊断及 PCI 术后疗效评估中的应用价值 [J]. *解放军医药杂志*, 2022, 34(10):12-15.
- [18] 邓容, 李广权, 苟甜甜, 等. 血清 D-二聚体、纤维蛋白原检测联合血栓弹力图对急性心肌梗死预后的评估价值 [J]. *西部医学*, 2022, 34(7):1056-1060.
- [19] 肖春红, 刘茉莉, 申良红, 等. 超声心动图联合 H-FABP 在心肌梗死患者左心功能评估中的应用价值 [J]. *临床和实验医学杂志*, 2021, 20(17):1834-1838.
- [20] 刘佳琪, 刘楠楠, 焦晓芳, 等. 心肌声学造影定量评估急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗术后心肌微循环功能效果 [J]. *临床军医杂志*, 2022, 50(5):478-481.
- [21] SHI Z, XU Z, HU J, *et al.* Ascorbic acid-mediated organic photoelectrochemical transistor sensing strategy for highly sensitive detection of heart-type fatty acid binding protein [J]. *Biosens Bioelectron*, 2022, 201(8):e113958.
- [22] 靳文英, 朱天刚, 王岚, 等. 急性心肌梗死患者介入术后早期超声心肌灌注评分与心功能的相关性 [J]. *中国超声医学杂志*, 2022, 38(4):398-401.
- [23] 陈亚南, 郭秋红, 姜涛, 等. 冠心舒通胶囊对急性 ST 段抬高型心肌梗死急诊介入术后微循环功能以及预后的影响 [J]. *实用医学杂志*, 2021, 37(5):671-675.

(收稿日期:2023-08-11;修回日期:2023-10-24;编辑:黎仕娟)

(上接第 1862 页)

- [13] ANDREASEN L A, TABOR A, NØRGAARD L N, *et al.* Why we succeed and fail in detecting fetal growth restriction: a population-based study[J]. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2021, 100(5):893-899.
- [14] MARTÍN-PALUMBO G, DUQUE ALCORTA M, ATANASOVA V B, *et al.* Prenatal prediction of very late onset small-for-gestational age newborns in low-risk pregnancies[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2022, 35(25):9816-9820.
- [15] JONES S L, AVIRAM A, PORTO L, *et al.* Uterine artery Doppler to predict growth restriction in cases of abnormal first trimester analytes[J]. *Placenta*, 2021, 106:22-24.
- [16] 李坤, 褚翠雯, 陶均佳. 腹部超声子宫动脉血流参数预测孕早期先兆流产及胎儿生长受限价值 [J]. *中国计划生育学杂志*, 2022, 30(8):1823-1826.
- [17] HE B, HU C, ZHOU Y. First-trimester screening for fetal growth restriction using Doppler color flow analysis of the uterine artery and serum PAPP-A levels in unselected pregnancies [J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2021, 34(23):3857-3861.
- [18] GAIRABEKOVA D, ROSMALEN J V, DUVEKOT J J. Outcome of early-onset fetal growth restriction with or without abnormal umbilical artery Doppler flow [J]. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2021, 100(8):1430-1438.
- [19] 张帅, 谢惠婷. 多普勒超声检测脐动脉、大脑中动脉血流参数在胎儿生长受限诊断中的价值 [J]. *检验医学与临床*, 2021, 18(11):1604-1606.
- [20] CODY F, MULLERS S, FLOOD K, *et al.* Correlation of maternal body mass index with umbilical artery Doppler in pregnancies complicated by fetal growth restriction and associated outcomes [J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2021, 154(2):352-357.
- [21] 马楠, 陈静, 李媛媛. 彩色多普勒血流参数对胎儿生长受限的诊断价值 [J]. *影像科学与光化学*, 2021, 39(4):556-559.
- [22] YU X, YAO Y, WANG D, *et al.* Prediction of fetal growth restriction or fetal umbilical arterial/venous blood flow index evaluated by ultrasonic doppler under intelligent algorithm [J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 2022:7451185.
- [23] 符建, 杨月华, 陈亮, 等. 子宫动脉和脐动脉血流动力学参数对晚发型胎儿宫内生长受限的预测价值 [J]. *中国超声医学杂志*, 2021, 37(9):1035-1039.

(收稿日期:2023-04-12;修回日期:2024-05-10;编辑:黎仕娟)