

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2023.01.023

产前超声孕妇血流动力学血流参数监测 对中晚期胎儿宫内生长受限临床意义分析*

高翔 张晓明 刘婧 尹海军 高娜 王丽娜 王长城

(内蒙古自治区人民医院超声医学科 内蒙古 呼和浩特 010017)

摘要 目的:通过监测产前彩色多普勒超声心动图子宫动脉、脐动脉和大脑中动脉的血流参数,进而分析其在中晚期宫内胎儿生长受限(FGR)的临床意义。**方法:**以我院2020年1月-2021年12月就诊的中晚期孕妇为研究对象,其中110例为孕晚期FGR孕妇,60例为孕晚期健康孕妇,分别记录为FGR组($n=110$)和对照组($n=60$),用彩色多普勒超声监测两组孕晚期孕妇的多血管(子宫动脉、脐动脉和大脑中动脉)的3个血流参数,对比两组之间血流参数的差异性;并根据Apgar评分,比较不同Apgar评分下的血流参数差异,分析子宫动脉、脐动脉和大脑中动脉的3个血流参数与宫内FGR的相关性。**结果:**(1)FGR组胎儿子宫动脉的3个血流参数(RI、PI、S/D)均显著高于对照组($P<0.05$);(2)FGR组胎儿脐动脉的3个血流参数(RI、PI、S/D)均显著高于对照组($P<0.05$);(3)FGR组胎儿大脑中动脉的3个血流参数(RI、PI、S/D)均显著低于对照组($P<0.05$);(4)Apgar ≤ 7 分组子宫动脉的3个血流参数(RI、PI、S/D)显著高于Apgar >7 分组,Apgar ≤ 7 分组脐动脉的3个血流参数(RI、PI、S/D)显著高于Apgar >7 分组,Apgar ≤ 7 分组大脑中动脉的3个血流参数(RI、PI、S/D)显著低于Apgar >7 分组。**结论:**彩色多普勒超声心动图子宫动脉、脐动脉、大脑中动脉3个血流参数(RI、PI、S/D)异常与FGR的发生密切相关,为临床筛查和诊断FGR提供有用帮助。

关键词:中晚期宫内胎儿生长受限;彩色多普勒超声;子宫动脉;脐动脉;大脑中动脉

中图分类号:R714.5;R445.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2023)01-118-04

Analysis of the Clinical Significance of Prenatal Ultrasound Hemodynamic Monitoring of Blood Flow Parameters for Intrauterine Growth Restriction in Middle and Late Fetuses*

GAO Xiang, ZHANG Xiao-ming, LIU Jing, YIN Hai-jun, GAO Na, WANG Li-na, WANG Chang-cheng

(Department of Ultrasound Medicine, Inner Mongolia People's Hospital, Hohhot, Inner Mongolia, 010017, China)

ABSTRACT Objective: The blood flow parameters of uterine artery, umbilical artery and middle cerebral artery on prenatal color Doppler echocardiography were monitored to analyze the clinical significance of the parameters in the middle and late intrauterine fetal growth restriction (FGR). **Methods:** The middle and late pregnant women who visited our hospital in January 2020- December 2021 were selected as the research objects, of which 110 were pregnant women with FGR in the third trimester and 60 were healthy pregnant women in the third trimester, and they were recorded as the FGR group ($n=110$) and the matched group ($n=60$), color Doppler ultrasound was used to monitor the three blood flow parameters of the polyvascular (uterine artery, umbilical artery and middle cerebral artery) of pregnant women in the third trimester of the two groups, and the blood flow between the two groups was compared. The differences of flow parameters were compared; and according to the Apgar score, the differences of blood flow parameters under different Apgar scores were compared, and the correlation between the three blood flow parameters of uterine artery, umbilical artery and middle cerebral artery and intrauterine FGR was analyzed. **Results:** (1) The three blood flow parameters (RI, PI, S/D) of the fetal uterine artery in the FGR group were higher than those in the matched group ($P<0.05$); (2) The three blood flow parameters of the fetal umbilical artery in the FGR group (RI, PI, S/D) were higher than those in the matched group ($P<0.05$); (3) The three blood flow parameters (RI, PI, S/D) of the fetal middle cerebral artery in the FGR group were lower than those in the matched group ($P<0.05$); (4) The three blood flow parameters (RI, PI, S/D) of the uterine artery in the Apgar ≤ 7 group were higher than those in the Apgar >7 group, and the three blood flow parameters of the umbilical artery in the Apgar ≤ 7 group (RI, PI, S/D) were higher than those in the Apgar >7 group, and the three blood flow parameters (RI, PI, S/D) of the middle cerebral artery in the Apgar ≤ 7 group were lower than those in the Apgar >7 group. **Conclusion:** Color Doppler echocardiography abnormal blood flow parameters (RI, PI, S/D) of uterine artery, umbilical artery and middle cerebral artery are closely related to the occurrence of FGR, providing useful help for clinical screening and diagnosis of FGR.

Key words: Middle and late intrauterine fetal growth restriction; Color Doppler ultrasound; Uterine artery; Umbilical artery; Middle cerebral artery

Chinese Library Classification(CLC): R714.5; R445.1 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2023)01-118-04

* 基金项目:内蒙古自治区科技计划项目(2020GG0086)

作者简介:高翔(1987-),女,本科,主治医师,研究方向:妇产超声,E-mail:gaox26620@163.com

(收稿日期:2022-04-08 接受日期:2022-04-30)

前言

中晚期宫内胎儿生长受限 (Fetal growth restriction, FGR) 是因胎盘、母体等因素限制胎儿的生长发育, 导致宫内胎儿生长发育不良, 平均体质量较正常胎儿低 10%^[1,2]。FGR 会导致胎儿生长发育滞后, FGR 胎儿的预估体重 (Estimated fetal weight, EFW) 明显比正常胎儿小^[3], 还会伴有早产、窒息等并发症, 引起胎儿器官和代谢等相关病变, 对新生儿一生的智力发育和体能发育带来不良影响^[4]。导致 FGR 发生的因素众多, 主要因素为胎盘、母体和脐带异常^[5]。胎儿期的生长发育是否良好直接关系到胎儿期的生长情况和围产期结局, 也关系到其成年期的身体健康^[6]。研究表明, 胎儿与新生儿时期的营养将会深刻影响成年期健康, 若胎儿在宫内出现营养不足, 将会直接导致出生时新生儿体重偏低, 而出生时低体重儿的成长期将面临内分泌代谢紊乱甚至阻塞肺疾病的发生^[7,8]。因此, 对 FGR 的提前诊断和预防对个体成年期健康具有重要价值和意义。目前, 公认的 FGR 诊断方法为超声波测量法, 且公认使用 EFW 标准来筛查 FGR, 国内提供了胎儿生长曲线图, 为筛查 FGR 提供了重要依据^[9,10]。对宫内胎儿进行测色多普勒超声筛查和诊断, 有助于降低 FGR 的发生风险^[11,12]。子宫动脉、脐动脉和大脑中动脉是参与胎儿外周血循环的重要血管^[13,14], 用彩色多普勒超声检测这三大血管的血流参数对预测 FGR 的发生具有重要意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料

以我院 2020 年 1 月 -2021 年 12 月就诊的 176 例中晚期孕妇为研究对象, 其中 110 例为中晚期 (孕周: 34.88 ± 1.02 周, 年龄: 28.22 ± 3.15 岁) FGR 孕妇, 60 例为中晚期 (孕周: 35.05 ± 1.23 周, 年龄: 28.23 ± 4.11 岁) 健康孕妇, 分别记录为 FGR 组 ($n=110$) 和对照组 ($n=60$)。对比两组中晚期孕妇的一般资料, 无显著性差异 ($P>0.05$)。

纳入标准: 初产妇; 妊娠前月经规律, 末次月经明确; 单胎; 胎位为头位; 彩色多普勒超声资料完整; 符合 FGR 诊断标准^[15]; 患者知情并签署同意书。

排除标准: 双胎、多胎; 胎位为臀位、横位; 胎儿产前检查

为: 染色体异常、结构畸形; 彩色多普勒超声图像不清晰

1.2 方法

选择彩色多普勒超声诊断仪, GE Voluson E10, 美国 GE 公司; C1-5-D 凸阵探头, 频率: $3.5 \sim 5\text{MHz}$

1.2.1 子宫动脉血流参数检查 产妇取仰卧位, 将探头置于孕妇腹部下侧部位, 寻找到子宫动脉, 选择距离子宫动脉与髂外动脉交叉点 1 cm 的位置作为取样容积, 对未发出分支的子宫动脉进行取样, 且需要保证血流波采集线与子宫动脉血管方向呈现平行, 声束与血流夹角不超过 15° , 采集连续 5 个波形稳定的频谱后冻结图

1.2.2 脐动脉血流参数检查 产妇取仰卧位, 将取样框置于脐带游离部, 与子宫动脉血流参数检测方法一致, 测定脐动脉血流动力学指标

1.2.3 大脑中动脉血流参数检查 产妇取仰卧位, 找到胎儿大脑中动脉, 将取样点置于大脑中动脉中段, 调整取样容积为 2 mm, 校正脉冲多普勒取样线与大脑中动脉的夹角, 使之 $< 30^\circ$, 获得血流频谱图, 取 5 个连续稳定的标准波形冻结图像进行测量

1.3 观察指标

对比两组孕晚期胎儿子宫动脉、脐动脉、大脑中动脉的 3 个血流参数 (阻力指数 (Resistance index, RI); 搏动指数 (Pulsatile index, PI); 收缩期最大血流速度 / 舒张末期血流速度 (S/D)), 对比 Apgar ≤ 7 组子宫动脉、脐动脉、大脑中动脉的 3 个血流参数 (RI、PI 和 S/D) 和 Apgar > 7 分组子宫动脉、脐动脉、大脑中动脉的 3 个血流参数 (RI、PI 和 S/D)。

1.4 统计学方法

应用 SPSS24.0 对数据进行统计和分析, 使用 ($\bar{x} \pm s$) 示计量资料, 采用 t 检验, $P<0.05$ 表示具有显著性差异。

2 结果

2.1 两组子宫动脉血流参数对比

两组子宫动脉血流参数对比结果如表 1 所示, 显示 FGR 组子宫动脉的 3 个血流参数 (RI、PI 和 S/D) 均较对照组高 ($P<0.05$)。

表 1 子宫动脉的 3 个血流参数 (RI、PI 和 S/D) 对比 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of 3 blood flow parameters (RI, PI and S/D) of the uterine artery ($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	RI	PI	S/D
Matched group	60	0.43 ± 0.12	0.55 ± 0.15	1.83 ± 0.52
FGR group	110	$0.56 \pm 0.15^*$	$0.80 \pm 0.05^*$	$2.12 \pm 0.51^*$

Note: Compared with the matched group, $^*P<0.05$, the same below.

2.2 两组脐动脉血流参数对比

两组脐动脉血流参数对比结果如表 2 所示, 显示 FGR 组

脐动脉的 3 个血流参数 (RI、PI 和 S/D) 均显著高于对照组 ($P<0.05$)。

表 2 两组脐动脉 3 个血流参数 (RI、PI 和 S/D) 对比 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of 3 blood flow parameters (RI, PI and S/D) of the umbilical artery between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	RI	PI	S/D
Matched group	60	0.59 ± 0.11	0.95 ± 0.25	2.24 ± 0.57
FGR group	110	0.68 ± 0.13	1.17 ± 0.17	3.30 ± 0.27

2.3 两组大脑中动脉血流参数对比

两组大脑中动脉血流参数对比结果如表 3 所示,显示 FGR

组大脑中动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)均显著低于对照组($P<0.05$)。

表 3 两组大脑中动脉 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)对比($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of three blood flow parameters (RI, PI and S/D) of the middle cerebral artery between the two groups($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	RI	PI	S/D
Matched group	60	0.77± 0.13	1.33± 0.23	4.43± 0.15
FGR group	110	0.63± 0.03	0.95± 0.14	2.91± 0.23

2.4 不同 Apgar 评分各血管动力学参数水平

不同 Apgar 评分子宫动脉、脐动脉、大脑中动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)水平结果如表 4 所示,显示 Apgar≤7 分
组子宫动脉和脐动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)水平均明

显高于 Apgar>7 分组 ($P<0.05$),Apgar≤7 分组大脑中动脉的 3 个血流参数 (RI、PI 和 S/D) 水平均明显低于 Apgar>7 分组 ($P<0.05$)。

表 4 不同 Apgar 评分子宫动脉、脐动脉、大脑中动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)水平

Table 4 Levels of 3 blood flow parameters (RI, PI and S/D) of uterine artery, umbilical artery and middle cerebral artery with different Apgar scores

Blood vessel type	Blood flow parameters	Apgar≤7(n=32)	Apgar>7(n=144)	P
Uterine artery	RI	0.60	0.35	<0.001
	PI	0.81	0.55	<0.001
	S/D	2.16	1.74	<0.001
Umbilical artery	RI	0.77	0.55	<0.001
	PI	1.22	0.85	<0.001
	S/D	3.45	2.10	<0.001
Middle cerebral artery	RI	0.65	0.82	<0.001
	PI	0.93	1.45	<0.001
	S/D	2.85	4.59	<0.001

3 讨论

FGR 依据病因和持续时间可分为三种类型,其发病机制目前认为是胎盘中的绒毛滋养细胞的功能异常导致血管动脉不足,血管阻力升高,使得胎儿处于缺氧状态,无法正常发育^[16,17]。引起胎盘功能异常的因素包括胎盘早剥、血管瘤等众多因素,胎盘功能异常,会引起早产和死胎^[18,19]。FGR 的致病因素众多,母体因素为关键因素,母体妊娠期疾病均会加重 FGR 的发生风险^[20,21]。FGR 具有众多并发症,例如 FGR 易导致低氧血症、高碳酸血症等并发症,对其进行早期筛查和诊断在降低 FGR 及其并发症上具有重要价值。FGR 常用的筛查和诊断方法为超声检查法,采用多普勒超声检查多血管的血流参数广泛应用于临床上的高危妊娠筛查和评估,对 FGR 孕妇进行多普勒超声检测,可降低围产期死亡率^[22,23]。通过彩色多普勒超声监测胎儿子宫动脉、脐动脉、大脑中动脉的 3 个血流参数(RI;PI;S/D),可以及时分析胎儿各项身体指标是否正常,从而对 FGR 进行提前预防和诊断,为降低 FGR 风险和促进新生儿健康提供有用的帮助。

子宫动脉、脐动脉和大脑中动脉是参与胎儿外周血循环的重要动脉血管,子宫动脉是母体向胎儿运输营养物质的主要通道,子宫动脉血流参数可反映母体向胎儿供给营养物质的能力

以及胎盘循环状况,子宫动脉的 RI 指标升高,导致胎盘循环异常,增加 FGR 的发生风险^[24]。本研究发现,FGR 组子宫动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)水平均显著高于对照组($P<0.05$);FGR 组脐动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)水平均显著高于对照组($P<0.05$);FGR 组大脑中动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)水平均显著低于对照组($P<0.05$),该结果与王燕研究结果^[25]具有一致性。分析可知:脐动脉是母体与胎儿血液循环的枢纽,脐动脉的血流参数是监测胎盘和母体是否异常的重要指标,胎龄与脐动脉的血流量成正相关性,与脐动脉的血流阻力成负相关^[26]。大脑中动脉是胎儿大脑的重要血管,是胎儿颈内动脉的直接延续,其血流动力学参数是评估胎儿宫内窘迫、贫血等症状等重要指标。当 FGR 发生时,最先受到影响的是大脑中动脉及脐动脉,在胎儿缺血缺氧时,"脑保护效应"发挥作用。为保证脑部正常发育,胎儿身体上半部分血流量升高下半部分血流量相应减少导致大脑中动脉血流参数值 (RI、PI 和 S/D 值)下降,脐动脉血流参数值升高。子宫动脉是母体给胎儿供血的主要通道,正常情况下子宫动脉的 RI/S/D 随孕周增加逐渐降低,进而保证胎儿正常发育。因此子宫动脉、脐动脉和大脑中动脉的血流参数与 FGR 关系密切,该疾病的发生与以上指标的血流参数异常息息相关^[27,28]。

本研究发现,Apgar≤7 分组子宫动脉和脐动脉的 3 个血

流参数(RI、PI 和 S/D)水平均显著高于 Apgar>7 分组($P<0.05$), Apgar ≤ 7 分组大脑中动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)水平均显著低于 Apgar>7 分组($P<0.05$),提示子宫动脉、脐动脉和大脑中动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)水平异常与 FGR 的发生具有密切关系。该结果与 Kaur K 研究结果^[29]具有相似性。分析可知:Apgar 评分(新生儿评分)最早是由 Virginia Apgar 提出,主要用于简易和快速评价新生儿身体状况的各项指标。Apgar 评分越高,表示胎儿的出生体质量越高,虽然在不同胎龄胎儿呼吸窘迫综合征的临床特征方面存在一定的差异,但一般认为胎儿的出生体质量和胎龄与 Apgar 评分呈正相关性,即胎儿的胎龄和体质量越小,Apgar 评分就越小^[30]。子宫动脉是胎儿在宫内的生长发育中从母体吸收血供的主要来源,其可直接反映母体血流动力学的状态。在晚孕期监测子宫动脉血管阻力用来监测胎儿宫内生长受限等具有重要价值。脐动脉作为联系胎儿循环与母体循环的纽带,其血流动力学改变可以反映胎盘乃至母体的某些病理变化,随着胎盘的逐步发育成熟,绒毛血管增粗增多、脐动脉阻力降低而血流量相应增加,从而保证胎儿对正常生长发育及物质代谢的需求。大脑中动脉在正常发育的胎儿中,其可调节自身血管阻力,保证脑部正常血流供应,但是当胎儿出现慢性缺氧时,会使得各血流参数降低。因此当宫内胎儿的脑内供血和氧气缺乏时,颅内血管会因为脑内维持正常供血引起血管扩张,从而使得大脑中动脉血管内阻力降低;孕晚期的胎儿 FGR 时,胎盘会缺血缺氧,其血管阻力会随之升高,进而引起脐动脉舒张期血流的减少;子宫-胎盘循环阻力增加,子宫动脉阻力指数增高,对胎儿-胎盘循环产生一系列影响可造成胎儿宫内生长受限等不良预后。因此,子宫动脉、脐动脉和大脑中动脉的 RI、PI 和 S/D 水平异常与 FGR 的发生息息相关^[31]。

本研究通过彩色多普勒超声检测子宫动脉、脐动脉、大脑中动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)水平,结合不同 Apgar 评分子宫动脉、脐动脉、大脑中动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)水平,研究 FGR 与子宫动脉、脐动脉、大脑中动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)水平之间的关系,揭示了 FGR 的发生与子宫动脉、脐动脉、大脑中动脉的 3 个血流参数(RI、PI 和 S/D)水平异常具有密切关系,为临床筛查和诊断 FGR 提供有用帮助。

参考文献(References)

- [1] 童嘉宁,牛健民. 胎儿生长受限的病因学探讨 [J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2020, 36 (8): 688-692
- [2] Malhotra A, Allison BJ, Castillo-Melendez M, et al. Neonatal morbidities of fetal growth restriction: pathophysiology and impact [J]. Front Endocrinol, 2019, 10(1): 1-12
- [3] Teshome A A, Li Q, Garoma W, et al. Gestational diabetes mellitus, pre-oregnancy body mass index and gestational weight gain predicts fetal growth and neonatal outcomes [J]. Clin Nutr Espen, 2021, 42(2): 307-312
- [4] 王卓,任秀娥,郑莉霞. 彩色多普勒超声测量胎儿脐动脉、大脑中动脉和主动脉弓峡部位血流参数诊断孕晚期胎儿生长受限 [J]. 影像科学与光化学, 2020, 38 (2): 236-241
- [5] 刘文晶,袁兆红. 宫内生长受限影响认知发育的机制研究进展[J]. 中国儿童保健杂志, 2019, 27 (3): 281-284
- [6] Arima Y, Fukuoka H. Developmental origins of health and disease theory in cardiology [J]. J Cardiol, 2020, 76(1): 14-17
- [7] Parisi F, Rousian M, Koning AHJ, et al. Effect of human embryonic morphological development on fetal growth parameters: the Rotterdam Perconceptional Cohort (Predict Study) [J]. Reprod BioMed Online, 2019, 38(4): 613-620
- [8] Perales-Puchalt A, Soberon N, Monterde M, et al. Maternal telomere length is shorter in intrauterine growth restriction versus uncomplicated pregnancies, but not in the offspring or in IVF-conceived newborns [J]. Reprod BioMed Online, 2019, 38(4): 606-612
- [9] Briana DD, Malamisti-Puchner A. Twins and neurodevelopmental outcomes: the effect of IVF, fetal growth restriction, and preterm birth[J]. Maternal-Fetal Neo Med, 2019, 32(13): 2256-2261
- [10] Briana DD, Boutsikou M, Marmarinos A, et al. Perinatal sclerostin concentration in abnormal fetal growth: the impact of gestational diabetes [J]. J Maternal-Fetal Neo Med, 2019, 32(13): 2228-2232
- [11] Ciobanu A, Formuso C, Syngelaki A, et al. Prediction of small-for-gestational-age neonates at 35-37 weeks' gestation: contribution of maternal factors and growth velocity between 20 and 36 weeks [J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2019, 53(4): 488-495
- [12] Ciobanu A, Khan N, Syngelaki A, et al. Routine ultrasound at 32 vs 36 weeks' gestation: prediction of small-for-gestational-age neonates [J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2019, 53(6): 761-768
- [13] Hromadnikova I, Kotlabova K, Dvorakova L, et al. Comparison of epigenetics profiles between placental tissue, umbilical cord blood and maternal whole peripheral blood in patients with gestational hypertension, preeclampsia and fetal growth restriction [J]. Euro J Obstet Gynecol Reprod Biol, 2019, 234(15): 169-170
- [14] Sonhani NC, Sparks TN, Gosnell KA, et al. Fetal growth restriction in smaller twin of monochorionic diamniotic pair with discordant estimated fetal weights[J]. Am J Obstet Gynecol, 2019, 220(1): 588-589
- [15] 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
- [16] Gupta S, Naert M, Lam-Rachlin J, et al. Outcomes in patients with early-onset fetal growth restriction without fetal or genetic anomalies [J]. J Maternal Fetal Neo Med, 2019, 32(16): 2662-2666
- [17] Tanaka K, Tanaka H, Maki S, et al. Cardiac function and tadalafil used for treating fetal growth restriction in pregnant women without cardiovascular disease [J]. J Maternal-Fetal Neo Med, 2019, 32(15): 2460-2462
- [18] Gibbs I, Leavey K, Benton SJ, et al. Placental transcriptional and histologic sub-types of normotensive fetal growth restriction are comparable to preeclampsia [J]. Am J Obstet Gynecol, 2019, 220 (1): 110-131
- [19] Nikie A, Sonia D, Mami J, et al. In vivo textural and morphometric analysis of placental development in healthy & growth-restricted pregnancies using magnetic resonance imaging [J]. Pediatr Res, 2019, 85(7): 974-981
- [20] Cnattingius S, Kramer MS, Norman M, et al. Investigating fetal growth restriction and perinatal risks in appropriate for gestational age infants: using cohort and within-sibling analyses [J]. Int J Obstet Gynaecol, 2019, 126(7): 842-850

2010, 3(4): 234-239

- [18] 梁宾. 肠内营养联合益生菌治疗重症颅脑损伤后胃肠功能紊乱的临床疗效观察[J]. 安徽医药, 2019, 23(3): 605-608
- [19] 胡映波, 褚海娟. 早期肠内营养在重症颅脑损伤术后的临床应用[J]. 中国中西医结合消化杂志, 2008, 16(6): 399-400
- [20] Gong L, Wang Y, Shi J. Enteral nutrition management in stroke patients: a narrative review [J]. *Ann Palliat Med*, 2021, 10 (10): 11191-11202
- [21] Chandrasekaran M, Galdo F, Puzone S, et al. Enteral nutrition during therapeutic hypothermia for neonatal hypoxic-ischaemic encephalopathy: The need for more evidence [J]. *Acta Paediatr*, 2021, 110(9): 2545-2547
- [22] Onodera H, Mogamiya T, Matsushima S, et al. Effect of Enteral Nutrition on In-hospital Infection and Hospital Expense in Stroke Patients: A Retrospective Assessment [J]. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2021, 61(4): 268-274
- [23] Kofler M, Schiefecker AJ, Beer R, et al. Enteral nutrition increases interstitial brain glucose levels in poor-grade subarachnoid hemorrhage patients[J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2018, 38(3): 518-527
- [24] López-Gómez JJ, Delgado-García E, Coto-García C, et al. Influence of Hyperglycemia Associated with Enteral Nutrition on Mortality in Patients with Stroke[J]. *Nutrients*, 2019, 11(5): 996
- [25] 梁大胜, 杜正隆. 早期肠内营养在重症监护室重型颅脑损伤中的临床研究[J]. 实用临床医药杂志, 2011, 15(9): 115-116, 121
- [26] 朱瑶丽, 孔凡根, 朱春丽, 等. 早期肠内营养对 ICU 老年重症颅脑损伤术后患者肠功能的影响 [J]. 内科急危重症杂志, 2017, 23(3): 215-217
- [27] 秦仪. 肠内营养联合益生菌治疗重症颅脑损伤后胃肠功能紊乱的临床疗效[J]. 中国药物与临床, 2020, 20(20): 3414-3416
- [28] 徐文婷, 王银玲, 李静, 等. 肠内加肠外营养对重症颅脑损伤患者营养状态及免疫功能的影响[J]. 郑州大学学报(医学版), 2019, 54(5): 708-711
- [29] 张建荣, 章志华, 谢建波, 等. 早期肠内营养支持对 ICU 重症颅脑损伤患者血清 CRP 水平及预后的影响 [J]. 解放军预防医学杂志, 2019, 37(11): 154-155
- [30] 田鹏. 早期肠内营养对改善重症颅脑损伤患者炎症反应的临床效果探讨[J]. 中国现代医学杂志, 2013, 23(25): 69-72

(上接第 121 页)

- [21] Wolf H, Bruin C, Dobbe J, et al. Computerized fetal cardiotocography analysis in early preterm fetal growth restriction -a quantitative comparison of two application [J]. *J Perinat Med*, 2019, 3 (15): 439-447
- [22] Lane SL, Blair Dodson R, Doyle AS, et al. Pharmacological activation of peroxisome proliferator-activated receptor γ (PPAR- γ) protects against hypoxia-associated fetal growth restriction [J]. *The FASEB J*, 2019, 33(8): 8999-9007
- [23] Lane SL, Doyle AS, Bales ES, et al. Increased uterine artery blood flow in hypoxic murine pregnancy is not sufficient to prevent fetal growth restriction[J]. *Biol Reprod*, 2020, 102(3): 660-670
- [24] Pedrosa MA, Palmer KR, Hodges RJ, et al. Uterine Artery Doppler in Screening for Preeclampsia and Fetal Growth Restriction[J]. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2018, 40(5): 287-293
- [25] 王燕, 张炜芬, 刘伯元, 等. 彩色多普勒超声检测孕晚期胎儿脐动脉及大脑中 动脉血流评估胎儿生长受限的价值[J]. 河北医学, 2019, 25(4): 3
- [26] Vygivska L, Vasylieva I, Kalnytska V, et al. Assessment of basic parameters of heart rate in intrauterine infection [J]. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 2020, 54 (3): 342-343
- [27] 杨军, 刘莺燕, 刘小平, 等. 高危孕妇 TORCH 检测联合唐氏综合征筛查预防出生缺陷价值 [J]. 中国计划生育杂志, 2019, 27(5): 123-125
- [28] Bondarenko N, Zhezhera V, Aksonova A, et al. Fetal myocarditis- a precursor of undesirable consequences of intrauterine infection with parvovirus B19[J]. *Pathologia*, 2020, 5(1): 792-795
- [29] Kaur K, Acharya G, Chen H, et al. Impact of fetal trisomy 21 on umbilical artery Doppler indices[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2021, 27(1): 1-8
- [30] Sirenden H, Sunarno I, Arsyad MA, et al. Birth weight, Apgar score, and fetal complication in mothers with severe preeclampsia [J]. *Enferm Clin*, 2020, 30(1): 533-536
- [31] Liu H, Niu H, Zeng W. Doppler Ultrasound under Image Denoising Algorithm in the Diagnosis and Treatment of Fetal Growth Restriction Using Aspirin Combined with Low-Molecular-Weight Heparin [J]. *J Healthc Eng*, 2021, 20(1): 969-973