



· 论 著 ·

频谱多普勒超声联合三维能量多普勒超声评估妊娠高血压综合征患者的胎盘功能

杨 钰¹, 曾 敏¹, 牛建梅¹, 吕明丽¹, 叶宝英¹, 邢晋放²

1. 上海交通大学医学院附属国际和平妇幼保健院超声科, 上海 200030 ;
2. 上海交通大学附属上海市第一人民医院超声科, 上海 200080

[摘要] 目的: 探讨频谱多普勒超声联合三维能量多普勒超声评估妊娠高血压综合征 (pregnancy-induced hypertension, PIH) 患者胎盘功能的研究价值。方法: 选取孕周为30~42周的161例孕妇, 其中101例为PIH患者 (重度子痫前期19例、子痫前期82例), 60例为正常孕妇。采用频谱多普勒超声测量胎儿脐动脉血流参数 [收缩期/舒张期血流比值 (systolic velocity/diastolic velocity, S/D)、阻力指数 (resistance index, RI)、搏动指数 (pulsatile index, PI)]、胎儿大脑中动脉血流参数 (S/D、RI、PI) 及孕子宫动脉血流参数 (S/D、RI、PI)。采用三维能量多普勒超声监测胎盘绒毛血流, 采集胎盘血流灌注参数 [血管指数 (vascularization index, VI)、血流指数 (flow index, FI)、血管血流指数 (vascularization flow index, VFI)]。结果: PIH组胎儿脐动脉血流参数 (S/D、RI、PI) 增高, 差异有统计学意义; 孕子宫动脉血流参数 (S/D、RI、PI) 增高, 差异有统计学意义; 三维能量胎盘血流灌注参数 (VI、FI、VFI) 降低, 差异有统计学意义; 胎儿大脑中动脉血流参数略有变化, 但差异无统计学意义。结论: 胎儿脐动脉血流参数、孕子宫动脉血流参数及胎盘三维能量灌注参数可反映PIH患者的胎盘血流灌注情况。

[关键词] 妊娠高血压综合征; 三维超声; 频谱多普勒超声

DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2019.02.009

中图分类号: R445.1 文献标志码: A 文章编号: 2096-6210(2019)02-0112-05

Combination of spectral Doppler ultrasound and three-dimensional power Doppler ultrasound in assessment of placental function in pregnancy-induced hypertension patients YANG Yu¹, ZENG Min¹, NIU Jianmei¹, LÜ Mingli¹, YE Baoying¹, XING Jinfang² (1. Department of Ultrasound, International Peace Maternity & Child Health Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200030, China; 2. Department of Ultrasound, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200080, China)

Correspondence to: XING Jinfang E-mail: xingshi7018@163.com

[Abstract] **Objective:** To explore the value of spectral Doppler ultrasound combined with three-dimensional power Doppler ultrasound in evaluating placental function in the patients with pregnancy-induced hypertension (PIH). **Methods:** A total of 161 pregnant women with gestational age of 30-42 weeks were selected. Among them, 101 were enrolled in PIH group (19 cases of severe preeclampsia and 82 cases of preeclampsia) and 60 in control group (normal pregnant women). Fetal umbilical artery blood flow parameters such as systolic velocity/diastolic velocity (S/D), resistance index (RI), pulsatile index (PI), fetal middle cerebral artery parameters (S/D, RI, PI) and maternal uterine artery blood flow parameters (S/D, RI, PI) were measured by spectral Doppler ultrasound. Three-dimensional power Doppler ultrasound was used to monitor placental villus blood flow. Placental blood flow perfusion parameters such as vascularization index (VI), flow index (FI), vascularization flow index (VFI) were collected. **Results:** In PIH group fetal umbilical artery blood flow parameters (S/D, RI, PI) and the uterine artery blood flow parameters (S/D, RI, PI) increased significantly, while placental blood flow perfusion parameters (VI, FI, VFI) decreased significantly, and there were slight changes in fetal middle cerebral artery blood flow parameters without significant difference. **Conclusion:** Fetal umbilical artery blood flow parameters, uterine artery blood flow parameters and placental perfusion parameters can reflect the placental blood flow perfusion in PIH patients.

[Key words] Pregnancy-induced hypertension; Three-dimensional ultrasound; Spectral Doppler ultrasound

通信作者: 邢晋放 E-mail: xingshi7018@163.com

妊娠期高血压综合征 (pregnancy-induced hypertension, PIH) 是产科常见疾病, 发生率约 9.4%, 合并妊娠期蛋白尿形成子痫前期, 可导致胎儿宫内发育迟缓、胎儿宫内窘迫, 且重度子痫前期是母胎围生期死亡的主要原因之一^[1-2]。因此, PIH严重影响母婴健康^[3], 是产科围生期监护的重点, 也是产科研究的难题^[4]。自三维能量超声应用以来, 其彩色敏感性不断提高及与计算机相关软件的联合应用, 可定量分析胎盘血流灌注情况^[5-6], 本研究旨在应用频谱多普勒超声测量胎儿脐动脉血流、大脑中动脉血流及孕子宫动脉血流参数, 并结合三维能量胎盘血流灌注参数, 评估PIH患者的血流参数变化特点, 从而为临床提供有效的评估指标, 降低PIH并发症及围生期死亡率。

1 资料和方法

1.1 一般资料

随机选取上海交通大学医学院附属国际和平妇幼保健院2014年12月—2018年7月收治的PIH患者101例, 平均年龄31岁。其中重度子痫前期19例, 年龄26~41岁; 子痫前期82例, 年龄23~41岁。同时选取正常妊娠孕妇60例作为对照组, 年龄23~40岁, 平均年龄29岁。所有孕妇孕周为30~42周。所有子痫前期或正常妊娠胎儿均无明显结构方面异常, 所有胎儿的胎盘均位于子宫前壁。妊娠期高血压疾病的分类参照相关标准^[7]。

1.2 仪器及图像数据采集

使用GE Voluson E6超声诊断仪, 配有二维凸阵探头 (使用频率为1.0~5.0 MHz) 及三维容积探头 (使用频率为4.0~8.0 MHz)。首先, 在二维超声基础上测量胎儿大小 (包括双顶径、头围、股骨长及腹围), 频谱多普勒超声测量胎儿脐动脉 (umbilical artery, UA) 血流参数 [包括收缩期/舒张期血流比值 (systolic velocity/diastolic velocity, S/D)、阻力指数 (resistance index, RI)、搏动指数 (pulsatile index, PI)]、胎儿大脑中动脉 (middle cerebral artery, MCA) 血流参数 (S/D、RI、PI), 以及孕子宫动脉血流参数

(S/D、RI、PI)。仪器设置参数不变, 在胎儿无呼吸样运动影响及安静状态下, 采用三维容积探头采集胎盘血流能量灌注情况, 包括血管指数 (vascularization index, VI)、血流指数 (flow index, FI)、血管血流指数 (vascularization flow index, VFI), 感兴趣区为脐带胎盘入口与胎盘子宫壁基底部分之间。在三维能量图像采集过程中, 孕妇亦尽可能保持平静呼吸状态。所有三维图像由1名经验丰富的超声科医师完成, 采用VOCAL手动描绘, 每个切面的旋转角度为30°, 共6幅完成胎盘的立体图像, 其中A平面用作参考平面, 选择直方能量图, 利用计算机软件得出VI、FI及VFI。161例均获得比较满意的三维能量成像。

1.3 统计学处理

采用SPSS 17.0软件进行统计学分析, 所有计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 胎儿脐动脉血流参数S/D、RI、PI

重度子痫前期组胎儿脐动脉S/D、RI及PI值明显高于子痫前期组及对照组 ($P < 0.05$), 但子痫前期组与对照组之间差异无统计学意义 (表1~3)。

2.2 胎盘三维能量灌注参数VI、FI、VFI

重度子痫前期组胎盘三维能量灌注参数VI、FI、VFI低于子痫前期组, 子痫前期组显著低于对照组, 重度子痫前期组与对照组、子痫前期组与对照组之间差异均有统计学意义 (表1~3, 图1~3)。

2.3 胎儿大脑中动脉血流参数S/D、RI、PI

重度子痫前期组胎儿大脑中动脉S/D、RI及PI低于子痫前期组, 子痫前期组低于对照组, 但差异均无统计学意义 (表1~3)。

2.4 孕子宫动脉血流参数S/D、RI、PI

重度子痫前期组孕子宫动脉S/D、RI及PI高于子痫前期组, 子痫前期组高于对照组。重度子痫前期组与对照组, 子痫前期组与对照组差异均有统计学意义 ($P < 0.05$, 表1~3)。

表 1 重度子痫前期组与子痫前期组频谱多普勒及三维能量多普勒参数比较

分类	脐动脉			大脑中动脉			子宫动脉			VI	FI	VFI
	S/D	PI	RI	S/D	PI	RI	S/D	PI	RI			
重度子痫前期	2.72 ± 0.62	0.96 ± 0.22	0.62 ± 0.07	4.73 ± 1.55	1.58 ± 0.29	0.77 ± 0.06	2.26 ± 0.70	0.86 ± 0.35	0.52 ± 0.47	14.71 ± 4.76	40.00 ± 4.01	5.91 ± 2.06
子痫前期	2.26 ± 0.33	0.80 ± 0.14	0.55 ± 0.06	4.80 ± 1.91	1.58 ± 0.33	0.77 ± 0.07	1.99 ± 0.51	0.73 ± 0.27	0.47 ± 0.10	16.44 ± 5.63	39.37 ± 5.90	6.61 ± 2.70
P值	0.000	0.001	0.000	0.845	0.702	0.814	0.060	0.084	0.068	0.191	0.886	0.352

表 2 重度子痫前期组与对照组频谱多普勒及三维能量多普勒参数比较

分类	脐动脉			大脑中动脉			子宫动脉			VI	FI	VFI
	S/D	PI	RI	S/D	PI	RI	S/D	PI	RI			
重度子痫前期	2.72 ± 0.62	0.96 ± 0.22	0.62 ± 0.07	4.73 ± 1.55	1.58 ± 0.29	0.77 ± 0.06	2.26 ± 0.70	0.86 ± 0.35	0.52 ± 0.47	14.71 ± 4.76	40.00 ± 4.01	5.91 ± 2.06
对照	2.23 ± 0.34	0.79 ± 0.15	0.54 ± 0.07	5.03 ± 1.90	1.63 ± 0.30	0.78 ± 0.06	1.83 ± 0.36	0.61 ± 0.22	0.43 ± 0.10	23.88 ± 7.22	48.04 ± 7.23	11.77 ± 5.01
P值	0.000	0.000	0.000	0.396	0.680	0.392	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000

表 3 子痫前期组与对照组频谱多普勒及三维能量多普勒参数比较

分类	脐动脉			大脑中动脉			子宫动脉			VI	FI	VFI
	S/D	PI	RI	S/D	PI	RI	S/D	PI	RI			
子痫前期	2.26 ± 0.33	0.80 ± 0.14	0.55 ± 0.06	4.80 ± 1.91	1.58 ± 0.33	0.77 ± 0.07	1.99 ± 0.51	0.73 ± 0.27	0.47 ± 0.10	16.44 ± 5.63	39.37 ± 5.90	6.61 ± 2.70
对照	2.23 ± 0.34	0.79 ± 0.15	0.54 ± 0.07	5.03 ± 1.90	1.63 ± 0.30	0.78 ± 0.06	1.83 ± 0.36	0.61 ± 0.22	0.43 ± 0.10	23.88 ± 7.22	48.04 ± 7.23	11.77 ± 5.01
P值	0.542	0.567	0.527	0.166	0.300	0.134	0.035	0.049	0.013	0.000	0.000	0.000

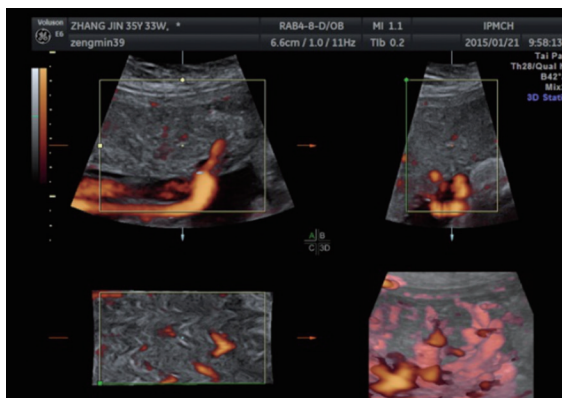


图 1 重度子痫前期孕妇孕晚期胎盘三维能量血流灌注图

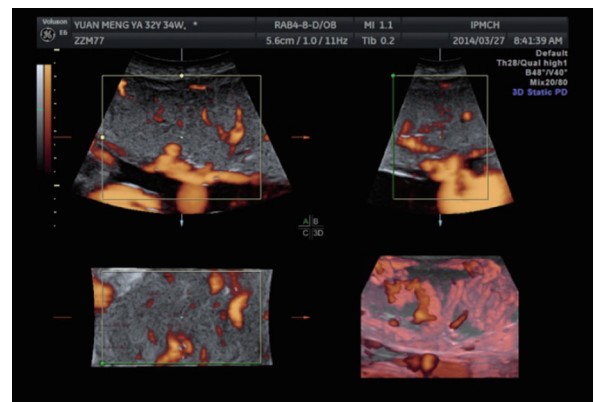


图 3 正常孕妇孕晚期胎盘三维能量血流灌注图

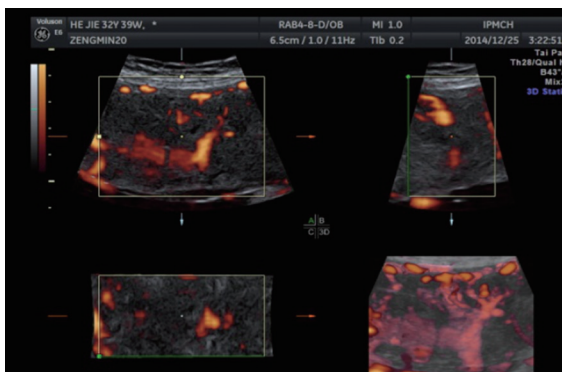


图 2 轻度子痫前期孕妇孕晚期胎盘三维能量血流灌注图
胎盘内绒毛血流较图1丰富

胎盘内绒毛血流较图2明显丰富

3 讨 论

迄今为止,子痫前期的病因及发病机制仍不明确。子痫前期不仅表现为妊娠期高血压疾病,还累及多个系统,如合并肝肾功异常、合并中枢神经系统异常及合并血液系统异常等,约占产科并发症的7%^[8],是孕妇及胎儿围生期死亡的重要原因之一。有研究表明,PIH初产妇的母胎

死亡率达33%~50%，经产妇更高^[9]。因此，早期有效监测对有效避免母胎并发症至关重要。

有研究证实，PIH的病理学基础是全身小动脉痉挛^[10]，使微血管循环发生障碍，毛细血管通透性增加，而母体高血压疾病可引起胎盘循环血容量增加、压力增大，造成急性坏死性动脉炎及血管栓塞，导致有效交换面积减少，胎盘组织缺血缺氧，严重者甚至出现局部组织出血、坏死及梗死，发生胎儿与胎盘间的循环障碍^[11-12]。

脐动脉是胎儿与胎盘间的主要血管通道。脐动脉血流简单易测，可间接反映胎盘功能^[13]，但其本身受很多因素的影响，包括母体疾病及胎儿疾病。本研究排除了胎儿疾病的影响。有研究提出，脐动脉血流异常的病理学基础为胎盘内肌性绒毛动脉和胎盘内次级绒毛动脉数量减少^[14]。脐动脉是大血管，据估计，脐动脉血流发生变化时胎盘内血管至少有60%发生坏死及梗死。本研究中重度子痫前期组的脐动脉血流参数高于子痫前期组和对照组，差异有统计学意义，与文献报道基本一致；子痫前期组脐动脉血流参数高于对照组，但差异无统计学意义，可能与前者胎盘内绒毛动脉病变程度轻，脐动脉仍处于代偿期有关，具有一定的临床价值。

胎盘是母体与胎儿之间的特殊重要器官，胎盘功能直接关系到围生儿的预后。但胎盘内血流速度很低，且由于血流方向的原因，彩色多普勒超声一般很难监测到胎盘内血管树。三维能量多普勒超声不受血流方向的影响，能显示低速血流，从而清晰地显示胎盘内绒毛血管的三级结构，据报道其显示的血管网与血管造影结果相似，可用来评价胎盘功能^[15-16]。VI、FI及VFI是三维能量多普勒超声评价胎盘血流的新指标^[17]。VI代表单位容积内被检测的血管数，用于表示血管分布的疏密程度；FI是三维能量扫描期间通过的血细胞数；VFI是前两者即血管和血细胞的结合。有研究显示，随着孕周增加，胎盘内的血管增多、增粗，血流灌注增加，VI、FI及VFI也增加^[18]。重度子痫前期患者中胎盘内梗死灶发生率高，血流灌注量减少。本研究中胎盘三维能量VI、FI及VFI的平均值如下：重度子痫

前期组<子痫前期组<对照组；重度子痫前期组与对照组、子痫前期组与对照组间差异均有统计学意义。

大脑中动脉是大脑主要供血血管，其血供占全脑血流供应的80%以上。正常情况下，胎儿大脑中动脉的血流指标随孕龄增长呈下降趋势。胎儿宫内发生缺氧时，会刺激脑血管扩张，从而降低脑血流阻力，以确保脑血流供应。本研究中胎儿大脑中动脉的S/D、RI及PI平均值如下：重度子痫前期组<子痫前期组<对照组，但两两比较差异无统计学意义，与文献报道不一致。原因一是可能与仍处于代偿期有关，二是与检查孕周不一致有关，重度子痫前期的检测孕周相对较早，而大脑中动脉的血流参数与孕周相关^[19]，随着孕周增加，S/D、RI及PI下降。

孕子宫动脉的灌注会影响胎盘的灌注，正常妊娠期间随着孕早期滋养层细胞对子宫螺旋动脉的侵袭，子宫动脉重塑，孕期血流加快、增多，阻力减小，而PIH患者发病期间，滋养层细胞的侵袭力减弱，使得子宫动脉血流处于高阻状态^[20]。本研究中孕妇左侧子宫动脉血流S/D、RI及PI值如下：重度子痫前期>子痫前期>对照组，重度子痫前期组与对照组、子痫前期组与对照组之间差异均有统计学意义。

本研究存在以下局限性：①孕晚期后壁胎盘或侧壁胎盘因胎儿遮挡，脐带胎盘插入口显示不清，三维超声采集胎盘能量灌注时无法选择感兴趣区，故本研究中所有胎儿胎盘为前壁胎盘；②孕晚期范围较大，为30~42周，将在今后研究中进一步分析。

综上所述，PIH患者胎盘血流动力学发生了一定变化，严重影响母胎健康。本研究提示，脐动脉血流参数、孕子宫动脉血流参数及胎盘三维能量灌注参数可反映PIH患者中胎盘血流灌注状况，通过监测相关血流动力学参数，可为临床诊断、客观评估及治疗PIH提供非常有价值的信息。

[参 考 文 献]

- [1] LOWE S A, BOWYER L, LUST K, et al. The SOMANZ

- Guidelines for the management of hypertensive disorders of pregnancy 2014 [J] . Aust N Z J Obstet Gynaecol, 2015, 55(1): 11-16.
- [2] LUITJES S H, WOUTERS M G, KÖNIG T, et al. Hypertensive disorders in pregnancy: a review of international guidelines [J] . Hypertens Pregnancy, 2013, 32(4): 367-377.
- [3] 杨冬雪, 魏秋菊, 郝振民. 组织多普勒超声监测妊娠期高血压患者左心功能的临床应用 [J] . 中国地方病防治杂志, 2017, 32(1): 84.
- [4] POST UITERWEER E D, VEERBEEK J H, FRANX A. Pre-eclampsia [J] . Ned Tijdschr Tandheelkd, 2015, 122(2): 79-83.
- [5] 魏秋菊, 杨冬雪, 郝振民, 等. 多普勒超声对妊娠期高血压患者子宫动脉血流的检测情况分析 [J] . 中国地方病防治杂志, 2017, 32(1): 114, 117.
- [6] YUAN T, ZHANG T, HAN Z. Placental vascularization alterations in hypertensive disorders complicating pregnancy (HDPC) and small for gestational age with HDPC using three-dimensional power Doppler in a prospective case control study [J] . BMC Pregnancy Childbirth, 2015, 15: 240.
- [7] 谢 幸, 孔北华, 段 涛. 妇产科学 [M] . 9版. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 66.
- [8] 刘 爽, 孙丽娟, 吴青青. 超声心动图评价早发型重度子痫前期孕妇左心室收缩功能研究 [J] . 北京医学, 2015, 37(7): 650-653.
- [9] 倪琰琰, 程蔚蔚. 早发型子痫前期的预测研究进展 [J] . 东南大学学报 (医学版), 2016, 35(1): 135-138.
- [10] DE WOLF F, DE WOLF-PEETERS C, BROSENS I, et al. The human placental bed: election microscopic study of trophoblastic invasion of spiral arteries [J] . Am J Obstet Gynecol, 1980, 137(1): 58-70.
- [11] 刘雪玲, 骆 峰, 连 溯, 等. 三维超声彩色能量成像监测妊娠高症胎盘血流灌注的价值研究 [J] . 中华临床医学影像杂志, 2012, 23(12): 895-896.
- [12] 张计华, 马 虹, 曹云峰. 彩超检测胎儿脐动脉在妊高征诊断中的应用价值 [J] . 中国超声诊断杂志, 2002, 3(12): 953-955.
- [13] ABRAMOWICZ J S, ARRINGTON J, LEVY D L. Doppler study of umbilical artery blood flow waveform. Should we use an instrument-adapted nomogram? [J] . J Ultrasound Med, 1989, 8(4): 183-185.
- [14] GILES W B, TRUDINGER B J, BAIRD P J. Fetal umbilical artery flow velocity waveforms and placental resistance: pathological correlation [J] . Br J Obstet Gynaecol, 1985, 92(1): 31-38.
- [15] KOOPMANS C M, VAN DER TUUK K, GROEN H, et al. Prediction of postpartum hemorrhage in women with gestational hypertension or mild preeclampsia at term [J] . Acta Obstetr Gynecol Scand, 2014, 93(4): 399-407.
- [16] 李凤秋, 杨 孜, 张爱青, 等. 中孕早期子痫前期游离脂肪酸与 β -人绒毛膜促性腺激素、游离雌三醇及甲胎蛋白关联性分析 [J] . 中国实用妇科与产科杂志, 2016, 32(4): 335-340.
- [17] JÄRVELÄ I Y, MASON H D, SLADKEVICIUS P, et al. Characterization of normal and polycystic ovaries using three-dimensional power Doppler ultrasonography [J] . J Assist Reprod Genet, 2002, 19(12): 582-590.
- [18] 王咏梅, 曹 荔, 查 文, 等. 定量三维能量多普勒超声监测正常中晚孕期胎盘血流的临床价值 [J] . 中国临床医学影像杂志, 2013, 24(11): 818-820.
- [19] WLADIMIROFF J W, TONGE H M, STEWART P A. Doppler ultrasound assessment of cerebral blood flow in the human fetus [J] . Br J Obstet Gynaecol, 1986, 93(5): 471-475.
- [20] MORRIS E A, HALE S A, BADGER G J, et al. Pregnancy induces persistent changes in vascular compliance in primiparous women [J] . Am J Obstet Gynecol, 2015, 212(5): 633.

(收稿日期: 2018-12-20 修回日期: 2019-01-28)