

血管阻力及子宫动脉血流参数预测妊娠期 高血压疾病围产儿不良结局的效能分析

王 珊,史晓琳,高 颖,曹 珊

(徐州医科大学附属医院徐州市立医院/徐州市第一人民医院产科,江苏 徐州 221000)

[摘要]目的 探讨母体总血管阻力(TVR)及子宫动脉血流参数预测妊娠期高血压疾病(HDP)围产儿不良结局的效能。

方法 回顾性选取徐州医科大学附属医院徐州市立医院于2018年4月至2022年1月期间收治的252例HDP患者作为试验组;选择同期检查健康的252例孕妇为常规组。收集病历资料和彩色多普勒超声的检查数据,对两组孕妇的TVR、阻力指数(RI)、子宫动脉搏动指数(PI)、收缩期峰值流速/舒张末期流速(S/D)等参数值进行分析。统计试验组围产儿不良结局发生率;将试验组分为结局良好组和结局不良组,对比分娩孕周距离超声检测异常时间、TVR、RI、PI、S/D等参数值;评价TVR、RI、PI、S/D及四者联合对试验组围产儿不良结局的预测效能。**结果** 试验组TVR、RI、PI、S/D参数值均显著高于常规组($t=34.638, 21.604, 19.451, 18.021, P<0.05$);试验组围产儿不良结局发生率为15.48%;结局不良组TVR、RI、PI、S/D参数值均显著高于结局良好组($t=24.105, 20.697, 18.743, 32.569, P<0.05$),分娩孕周距离超声检测异常时间显著短于结局良好组($t=16.269, P<0.05$);TVR、RI、PI、S/D联合预测的曲线下面积(AUC)数值为0.961,高于单一指标预测结果。**结论** 早期HDP患者TVR、RI、PI、S/D参数值较高,且围产儿不良结局风险较高,围产儿不良结局者TVR、RI、PI、S/D参数值更高,四者联合可预测围产儿不良结局发生风险。

[关键词]血管阻力;子宫动脉;彩色多普勒超声;妊娠期高血压疾病;不良结局

Doi:10.3969/j.issn.1673-5293.2024.07.008

[中图分类号]R173

[文献标识码]A

[文章编号]1673-5293(2024)07-0050-05

Efficacy analysis of vascular resistance and uterine artery blood flow parameters in predicting adverse perinatal outcomes of hypertensive disorders during pregnancy

WANG Shan, SHI Xiaolin, GAO Ying, CAO Shan

(Department of Obstetrics, Xuzhou Municipal Hospital Affiliated to Xuzhou Medical University/
the First People's Hospital of Xuzhou, Jiangsu Xuzhou 221000, China)

[Abstract] Objective To investigate the efficacy of maternal total vascular resistance (TVR) and uterine artery blood flow parameters in predicting perinatal adverse outcomes of hypertensive disorders during pregnancy (HDP). **Methods** 252 patients with hypertensive disorders in pregnancy admitted to Xuzhou Municipal Hospital affiliated to Xuzhou Medical University from April 2018 to January 2022, were retrospectively selected as the experimental group; 252 healthy pregnant women examined during the same period were selected as the control group. Medical records and color Doppler ultrasound examination data were collected, and the parameters such as TVR, resistance index (RI), uterine artery pulsatility index (PI), peak systolic velocity/end-diastolic velocity (S/D) between the two groups of pregnant women were analyzed. The incidence of adverse perinatal outcomes in the experimental group was statistically analyzed. The experimental group was divided into the group with good outcomes and the group with adverse outcomes. The parameters such as the time from abnormal ultrasound detection to delivery, TVR, RI, PI, S/D, etc were compared between the two groups. The predictive efficacy of TVR, RI, PI, S/D and their combination for adverse perinatal outcomes in the experimental group was evaluated. **Results** The parameter values of TVR, RI, PI and S/D in the experimental group were significantly higher than those in the control group ($t=34.638, 21.604, 19.451$ and 18.021 , respectively, $P<0.05$). The incidence of adverse perinatal outcomes in the experimental group was 15.48%. The parameter values of TVR, RI, PI and S/D in the adverse outcome group were significantly higher than those in the good outcome group ($t=24.105, 20.697, 18.743$ and $32.569, P<0.05$), and the time from abnormal ultrasound detection to delivery was significantly shorter in the adverse outcome group than in the good outcome group ($t=16.269, P<0.05$). The area under the curve (AUC) value for the combined prediction of TVR, RI, PI and S/D was 0.961, higher than the prediction results of individual indicators. **Conclusion** The parameter values of TVR, RI, PI and S/D are

[收稿日期]2023-02-22

[作者简介]王 珊(1982—),女,主治医师,主要从事产科临床研究。

[通讯作者]曹 珊,副主任医师。

higher in patients with early HDP, and the risk of adverse perinatal outcomes is also higher. Among those with adverse perinatal outcomes, the parameter values of TVR, RI, PI, and S/D are even higher. The combination of these four parameters can predict the risk of adverse perinatal outcomes.

[Key words] vascular resistance; uterine artery; color Doppler ultrasound; hypertensive disorders during pregnancy; adverse outcome

妊娠期高血压疾病(hypertensive disorders of pregnancy, HDP)是孕妇在妊娠期间面临的一大健康挑战,不仅对孕妇自身的健康构成威胁,更可能对胎儿及围产儿造成不良影响^[1]。调查显示,HDP患者中围产儿不良结局发生率高达15%~20%,可危及胎儿的生命。由于该病症的复杂性和难以预测性,寻找有效的预测指标显得尤为重要,以便尽早采取干预措施,降低不良结局的风险^[2]。总血管阻力(total vascular resistance, TVR)作为反映机体血液循环受阻情况的关键指标,其变化可能预示着HDP的发展及其对胎儿的潜在影响^[3]。阻力指数(resistance index, RI)、搏动指数(pulsatility index, PI)等子宫动脉血流参数,能够有效的反映子宫与胎盘间的血液循环状况,进而可能预示围产儿的不良结局^[4]。既往相关研究显示,RI、PI、收缩期峰值流速/舒张末期流速(peak systolic velocity/end-diastolic velocity, S/D)等参数对于预测妊娠期高血压可能导致的不良后果具有重要价值^[5]。但是关于RI、S/D、PI等指标是否能够预测妊娠期高血压对围产儿可能造成的不良影响,还需要更深入的探讨和研究。本研究旨在深入分析TVR、RI、S/D以及PI在HDP围产儿不良结局中的预测效能,以期为临床实践提供更为精准的预测工具,从而改善母婴健康水平。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性选取徐州医科大学附属徐州市立医院于2018年4月至2022年1月期间收治的HDP患者252例作为试验组;选择同期检查健康的252例孕妇为常规组。试验组平均年龄(33.25 ± 5.16)岁;平均孕周(32.40 ± 0.33)周;初产妇172例、经产妇80例;孕次1~6次,平均孕次(3.50 ± 0.50)次;身体质量指数(body mass index, BMI) $24.7 \sim 29.6 \text{ kg/m}^2$,平均BMI(27.62 ± 1.21) kg/m^2 ;入院时血压 $140 \sim 168/90 \sim 130 \text{ mmHg}$,平均($153.45 \pm 5.78/102.91 \pm 7.25$) mmHg ;其中“+”水肿者135例,“++”水肿者

97例,“+++”水肿者20例,尿蛋白 $<0.5 \text{ g}$ 者104例,尿蛋白 $\geq 0.5 \text{ g}$ 者148例;疾病类型为子痫、子痫前期以及妊娠期高血压的患者分别有7例、35例、210例。常规组年龄在25~41岁范围之间,平均(33.42 ± 5.21)岁,孕周在 $30^{+3} \sim 34^{+4}$ 周范围之间,平均(32.37 ± 0.31)周;初产妇170例、经产妇82例;孕次1~7次,平均孕次(4.00 ± 1.00)次;BMI $24.4 \sim 29.8 \text{ kg/m}^2$;平均BMI(27.80 ± 1.29) kg/m^2 。两组一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。本研究通过我院伦理委员会审核通过(伦理批号:201803023-1),所有研究对象均知情同意并签署知情同意书。

纳入标准:①符合2015年版HDP的相关诊断标准^[6];②病历资料较完整;③单胎活产;④产前肝肾功能正常。排除标准:①合并高血压、贫血等基础疾病;②高龄孕产妇;③羊水异常;④胎盘位置异常;⑤近期服用影响血流参数药物。

1.2 方法

采用彩色多普勒超声仪(3.5MHz)对孕30~34周内的孕妇进行检查,计算其TVR指标水平和子宫动脉血流^[7-8];另外,检查过程中严格记录孕妇双侧子宫动脉频谱,并精确测量PI、RI以及S/D等关键参数。

围产儿不良结局判定:参照《临床妇产科学》^[9]将早产、胎儿宫内窘迫、新生儿窒息、低出生体重儿(出生体质量 $<2500 \text{ g}$)、围产儿死亡均记为围产儿不良结局。

1.3 观察指标

(1)对比两组TVR、RI、PI、S/D指标水平。

(2)严格统计两组胎儿宫内窘迫并新生儿窒息、胎儿窘迫、低出生体重儿以及围产儿死亡的总发生情况。总发生率=[(胎儿宫内窘迫并新生儿窒息、胎儿窘迫、低出生体重儿以及围产儿死亡的总发生率)/例数] $\times 100\%$ 。

(3)对比结局良好组和结局不良组的分娩孕周距离超声检测异常时间、TVR、RI、PI以及S/D的指

标水平。

(4)分析 TVR、RI、S/D、PI 对 HDP 孕妇围产儿不良结局的预测效能。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 25.0 统计软件对数据进行处理,计量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,行 t 检验;计数资料采用例数(n)和百分比(%)表示,行 χ^2 检验;采用 Hosmer-Lemeshow 检验和受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析模型的预测能力^[10]。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组 TVR、RI、PI、S/D 指标水平情况对比

试验组 TVR、RI、PI 以及 S/D 指标水平与常规组相比,显著降低(均 $P < 0.05$),见表 1。

2.2 2 组围产儿不良结局发生情况对比

试验组中胎儿宫内窘迫并新生儿窒息、胎儿窘迫、低出生体重儿以及围产儿死亡的总发生率为 15.48% 远高于常规组的 1.59% ($P < 0.05$),见表 2。

表 1 两组 TVR、RI、PI、S/D 指标水平情况对比 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of TVR, RI, PI and S/D index levels in the two groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	TVR(达因 $\times$ s/cm ⁵)	PI	RI	S/D
试验组	252	1 387.52 $\pm$ 162.94	1.35 $\pm$ 0.22	0.70 $\pm$ 0.12	3.24 $\pm$ 0.52
常规组	252	1 021.48 $\pm$ 143.35	0.75 $\pm$ 0.11	0.43 $\pm$ 0.05	1.24 $\pm$ 0.21
t	—	34.638	21.604	19.451	18.021
P	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 2 两组围产儿不良结局发生情况对比 [$n(\%)$]

Table 2 Comparison of the occurrence of adverse perinatal outcomes in two groups [$n(\%)$]

组别	例数	胎儿宫内窘迫并新生儿窒息	胎儿窘迫	低出生体重儿	围产儿死亡	总发生率
试验组	252	10(3.97)	15(5.95)	12(4.76)	2(0.79)	39(15.48)
常规组	252	2(0.79)	0(0.00)	2(0.79)	0(0.00)	4(1.59)
t	—	—	—	—	—	31.146
P	—	—	—	—	—	<0.001

2.3 试验组不同结局的围产儿分娩孕周距离超声检测异常时间、TVR、RI、PI、S/D 对比

与围产儿结局良好组相比,围产儿结局不良组

TVR、RI、PI、S/D 的指标水平显著升高(均 $P < 0.05$),见表 3。

表 3 试验组不同围产儿结局下的相关指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of relevant indicators among different perinatal outcomes in the experimental group ($\bar{x} \pm s$)

分组	例数	分娩孕周距离超声检测异常时间(周)	TVR(达因 $\times$ s/cm ⁵)	PI	RI	S/D
结局不良组	39	3.33 $\pm$ 0.25	1 961.75 $\pm$ 192.51	2.06 $\pm$ 0.29	1.03 $\pm$ 0.14	4.82 $\pm$ 0.59
结局良好组	213	5.10 $\pm$ 0.67	1 282.28 $\pm$ 117.93	1.22 $\pm$ 0.20	0.64 $\pm$ 0.10	2.85 $\pm$ 0.42
t	—	16.269	24.105	20.697	18.743	32.569
P	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 TVR、RI、PI、S/D 对围产儿不良结局的预测价值分析

ROC 曲线预测结果显示,TVR、RI、PI、S/D 的最佳截断点为 1 653.12 达因 $\times$ s/cm⁵、1.85、0.93、

3.75; 四者联合的灵敏度、曲线下面积(area under the curve, AUC)均高于单独预测($P < 0.05$),特异度与单独预测比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 4、图 1。

表 4 TVR、RI、PI、S/D 对围产儿不良结局的预测效果

Table 4 Predictive effects of TVR, RI, PI and S/D on adverse perinatal outcomes

指标	Cut-off 值	灵敏度	特异度	AUC	95%CI
TVR	1653.12 达因×s/cm ²	84.62%(33/39)	95.31%(203/213)	0.891	0.846~0.927
PI	1.85	79.49%(31/39)	96.24%(205/213)	0.845	0.794~0.887
RI	0.93	82.05%(32/39)	95.77%(204/213)	0.846	0.796~0.888
S/D	3.95	76.92%(30/39)	97.18%(207/213)	0.814	0.761~0.860
Combine	—	100.00%(39/39)	94.37%(201/213)	0.961	0.929~0.981

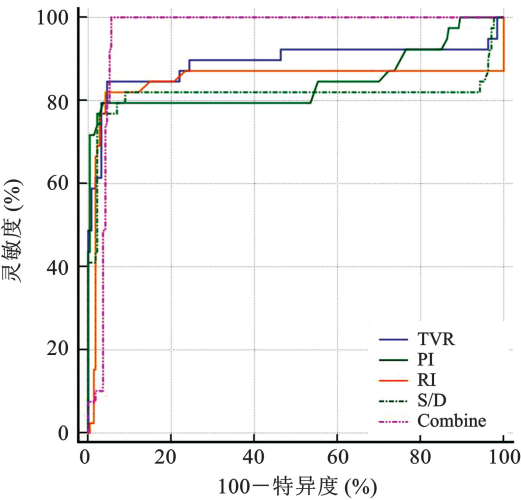


图 1 ROC 曲线预测结果

Fig.1 The prediction results of ROC curve

3 讨论

HDP 是一种常见的妊娠并发症,其严重程度从轻度的妊娠期高血压到子痫前期到子痫后期等不同阶段。HDP 不仅危及孕妇的健康,还可能导致围产儿早产、死亡等严重不良结局。虽然 HDP 的发病机制尚未完全明确,但已有研究表明,血管阻力和子宫动脉血流参数在 HDP 的发生和发展中发挥着重要作用。血管阻力的增加可能导致胎盘灌注不足,从而影响胎儿的生长和发育,而子宫动脉血流参数的异常也与 HDP 的发生密切相关。随着医学技术的不断进步,超声检查已成为评估 HDP 的重要手段之一。通过超声测量血管阻力和子宫动脉血流参数,可以及早发现 HDP 的迹象,并采取相应的干预措施,以降低孕妇和胎儿的风险。因此,本研究对血管阻力及子宫动脉血流参数预测 HDP 围产儿不良结局的效能进行深入分析,以期为临床医生提供更准确的预测工具,从而及时干预,改善围产儿的预后。

3.1 HDP 孕妇围产儿不良结局的影响因素

通过本次研究结果可得,试验组 TVR 及各项子

宫动脉血流参数指标水平均较高,说明 HDP 孕妇的血液循环阻力增加、子宫动脉血流异常以及围产儿不良结局的风险增加。究其原因可能是,妊娠期间孕妇的子宫螺旋动脉重塑发生异常,增加子宫动脉阻力和中央动脉阻力,进而提高 HDP 的发生风险^[11]。进一步评估两组围产儿不良结局发现,试验组围产儿不良结局发生率为 15.48%,与既往研究中的结果相一致,证实本次研究结果的真实性和可靠性。另外,本研究还显示,试验组围产儿不良结局组 TVR、RI、PI、S/D 高于围产儿结局良好者,分娩孕周距离超声检测异常时间短于结局良好者,提示 TVR、RI、PI、S/D 与 HDP 围产儿、分娩孕周距离超声检测异常时间、不良结局有关。

3.2 TVR、RI、PI、S/D 对 HDP 孕妇围产儿不良结局预测

HDP 患者病情轻重不一,病情较轻者并不会对分娩结局带来不良影响或者是影响微乎其微,经过临床积极的干预完全能够实现足月分娩的目标,而中重度患者则是在高血压基础上伴有抽搐、尿蛋白升高、水肿、腹水、头晕、头痛、视物模糊、右上腹痛、呼吸急促等表现,导致早产风险大幅提高,而早产则是不良妊娠结局的重要影响因素。伴随妊娠时间的不断增加,TVR 通常会逐渐降低。然而,本研究发现在围产儿出现不良结局的情况下,母体 TVR 水平却有所上升,这可能是由于 HDP 患者的心血管系统陷入了一种低排出量、高阻力的状态^[12]。这也与李雪芳等^[13]研究结果相似。RI、PI 以及 S/D 是反映子宫动脉血流情况的重要指标,当 RI、PI 及 S/D 的水平显著增加时,孕妇的子宫动脉阻力也呈一致的变化趋势。当健康孕妇进入孕中期时,此子宫动脉会呈现高排出量、低阻力状态,进而维持胎盘的血液循环来保证胎儿的正常发育。随着孕期的推进,

子宫动脉的阻力理应逐渐降低。到了孕晚期,这种阻力甚至会趋向于消失^[14]。陈飞等^[15-16]认为子宫螺旋小动脉发生异常,导致其管壁肌层的出现,进而降低血管通透性,降低子宫动脉压力,最终对围产儿造成不良影响。因此 RI、PI、S/D 升高与 HDP 患者围产儿不良结局有关。最后,ROC 结果显示,TVR、RI、PI、S/D 联合预测 HDP 围产儿不良结局的效能最优,与 Razak^[17]和 Greiner^[18]的研究结果相同。

综上所述,HDP 患者 TVR、RI、PI、S/D 水平较高,且围产儿不良结局的母体上述指标均更高,同时,TVR、RI、PI、S/D 的联合预测价值最高,可以应用于临床。

[参考文献]

- [1] Wu P, Green M, Myers J E. Hypertensive disorders of pregnancy[J]. *BMJ*. 2023; 381: e071653.
- [2] 聂晓露,付帅,刘玉昆,等.高龄孕妇合并妊娠期高血压疾病妊娠结局的临床分析[J]. *中华产科急救电子杂志*, 2020, 9(2): 101-105.
- [3] Takemoto R, Uchida H A, Toda H, et al. Total vascular resistance, augmentation index, and augmentation pressure increase in patients with peripheral artery disease [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(32): e26931.
- [4] 熊常君,陈秋玲,邓卉,等.孕妇 UtA 与胎儿 UmA 和 MCA 测量在胎儿宫内窘迫诊断中的价值[J]. *现代生物医学进展*, 2020, 20(4): 742-746.
- [5] Khedagi A M, Bello N A. Hypertensive disorders of pregnancy[J]. *Cardiol Clin*, 2021, 39(1): 77-90.
- [6] 中华医学会妇产科学分会妊娠期高血压疾病学组.妊娠期高血压疾病诊治指南(2015)[J]. *中华妇产科杂志*, 2015, 50(10): 721-728.
- [7] 鄢磊,阮琴韵,屈朝阳,等.二维超声心动图检测非 ST 段抬高型心肌梗死节段室壁运动异常的价值[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2017, 14(4): 233-237.
- [8] Gereade A, Sotiriadis A, Petousis S, et al. EP04.05: Applicability of ISUOG practice guidelines on second trimester sonographic screening examination of fetal heart[J]. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2017, 50 (S1): 270-270.
- [9] 丁霄雁.临床妇产科学[M].上海:第二军医大学出版社, 2011: 183-186.
- [10] Lai E J, Calderwood A H, Doros G, et al. The Boston bowel preparation scale: a valid and reliable instrument for colonoscopy-oriented research[J]. *Gastrointest Endosc*, 2009, 69(3 Pt 2): 620-625.
- [11] Familiari A, Neri C, Vassallo C, et al. OP21.09: Fetal Dopplers for prediction of perinatal outcomes in pregnancies complicated by gestational diabetes mellitus[J]. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2017, 50 (S1): 118-118.
- [12] 李晓菲,姚苓,韩吉晶,等.双胎妊娠并发症孕妇血管阻力及子宫动脉血流参数纵向研究[J]. *中国医学影像学杂志*, 2018, 26(6): 442-445, 450.
- [13] 李雪芳,侯文杰.重度子痫前期患者再次妊娠血压状态及相关危险因素分析[J]. *新医学*, 2020, 51(12): 943-946.
- [14] 陈志伟,阳建军.超声检测母体子宫动脉及胎儿脐动脉血流参数对妊娠期高血压的诊疗价值[J]. *中国计划生育学杂志*, 2018, 26(6): 517-519.
- [15] 陈飞,王亦雄,周莹,等.孕中期子宫动脉血流多普勒超声检查与子痫前期妊娠结局及新生儿预后的相关研究[J]. *实用临床医药杂志*, 2018, 22(9): 75-78.
- [16] 何颖韬,陈方红,兰文胜,等.超声监测子痫前期血流改变特点及与围生儿预后的关系[J]. *中国妇幼保健研究*, 2014(5): 805-807.
- [17] Razak A, Patel W, Durrani N, et al. Neonatal respiratory outcomes in pregnancy induced hypertension: introducing a novel index[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2020, 33(4): 625-632.
- [18] Greiner K S, Lo J O, Speranza R J, et al. Marijuana use and pregnancy outcomes among women with hypertension in pregnancy[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2022, 35(12): 2286-2293.

[专业责任编辑:冯 玲]

[中文编辑:孙兰迪;英文编辑:冯佳圆]