

支气管哮喘气道重塑发生中的应用[J].中国医师杂志, 2016, 18(10):1506-1510.

[11] MOMEN-HERAVI F, BALA S, BUKONG T, et al. Exosome-mediated delivery of functionally active miRNA-155 inhibitor to macrophages[J]. Nanomedicine, 2014, 10(7): 1517-1527.

[12] ZENG FR, TANG LJ, HE Y, et al. An update on the role of miRNA-155 in pathogenic microbial infections[J]. Microbes Infect, 2015, 17(9): 613-621.

[13] 阳爱梅, 黄榕, 金世杰. 湖南省98例哮喘儿童ORMDL3基因多态性分析及与OPN、TGF-β1水平相关性探讨[J]. 中国当代儿科杂志, 2016, 18(4): 324-328.

[14] FLANAGAN KC, ALSPACH E, PAZOLLI E, et al. c-Myb and C/EBPβ regulate OPN and other senescence-associated secretory phenotype factors[J]. Oncotarget, 2018, 9(1): 21-36.

[15] TRESKOVA I, TOPOLCAN O, WINDRICOVA J, et al. OPG, OPN, EGF and VEGF Levels at Individual Breslow Score Stages in Malignant Melanoma[J]. Anticancer Research, 2018, 38(8): 4907-4911.

[16] ROBERTS N, MUBARAK RA, FRANCISCO D, et al. Comparison of paired human nasal and bronchial airway epithelial cell responses to rhinovirus infection and IL-13 treatment[J]. Clinical & Translational Medicine, 2018, 7(1): 13.

[17] KOMURA T, YANO M, MIYAKE A, et al. Immune condition of colorectal cancer patients featured by serum chemokines and gene expressions of CD4+ cells in blood[J/OL]. Can J Gastroenterol Hepatol, 2018, 2018: 7436205. DOI: 10.1155/2018/7436205.

[18] TAKEDA T, MORITA H, SAITO H, et al. Recent advances in understanding the roles of blood platelets in the pathogenesis of allergic inflammation and bronchial asthma[J]. Allergol Int, 2018, 67(3): 326-333.

[19] NAOMI KONDO, EIKO MATSUI, TAKAHIDE TERAMOTO, et al. Predictive factors for the development of bronchial asthma by the age of 3[J]. Personalized Medicine Universe, 2018, 7: 34-36.

(收稿日期: 2019-06-19, 修回日期: 2019-07-22)

引用本文: 陈钰, 木尔扎扎比·木哈什, 赵晓玲, 等. 新疆维吾尔自治区阿合奇县开展彩色多普勒超声检查预测胎儿窘迫研究[J]. 安徽医药, 2021, 25(1): 80-83. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2021.01.020.

◇ 临床医学 ◇



## 新疆维吾尔自治区阿合奇县开展彩色多普勒超声检查预测胎儿窘迫研究

陈钰<sup>1</sup>, 木尔扎扎比·木哈什<sup>2a</sup>, 赵晓玲<sup>2a</sup>, 潘春玲<sup>2a</sup>, 张萍<sup>2b</sup>

作者单位:<sup>1</sup>无锡市妇幼保健院(南京医科大学附属无锡市妇幼保健院)产科, 江苏 无锡 214000

<sup>2</sup>新疆维吾尔自治区克孜勒苏自治州阿合奇县人民医院,<sup>a</sup>妇产科,<sup>b</sup>B超室,

新疆维吾尔自治区 克孜勒苏自治州 843500

基金项目: 克孜勒苏柯尔克孜自治州科研项目计划(克科学[2018]14号)

**摘要:** **目的** 探讨运用彩色多普勒超声检测胎儿大脑中动脉、肾动脉及静脉导管的血流动力学参数值, 评估其预测胎儿窘迫的价值。**方法** 选取2017年2月至2018年2月在阿合奇县人民医院70例妊娠晚期孕妇, 其中确诊为胎儿窘迫者为观察组28例, 无胎儿窘迫者为对照组42例。采用彩色多普勒血流成像检测胎儿大脑中动脉(MCA)、肾动脉(RA)、静脉导管(DV)的各项血流动力学指标, 分别统计及计算出两组胎儿的MCA、RA的搏动指数(PI)、阻力指数(RI)和血流收缩期峰值(S)与舒张期峰值(D)的比值(S/D值), 两组DV的静脉搏动指数(PIV)、静脉导管分流率(Q<sub>dv</sub>/Q<sub>uv</sub>)和心室收缩期峰值流速(S-peak)与心房收缩期最大回流流速(A-wave)的比值(S/A值), 以及两组静脉导管异常波动的发生率。**结果** 观察组胎儿MCA的PI、RI、S/D的值[(1.27±0.30)、(0.64±0.14)、(3.64±0.72)]均低于对照组[(1.59±0.38)、(0.75±0.08)、(4.23±0.97)](P<0.01), RA的PI、RI、S/D值[(2.31±0.62)、(1.11±0.40)、(5.77±0.77)]均高于对照组[(1.56±0.42)、(0.73±0.13)、(3.06±0.92)](P<0.001), DV的PIV、S/A、Q<sub>dv</sub>/Q<sub>uv</sub>均高于正常组(P<0.001), 观察异常波形发生率明显高于对照组(14.28%, 0)(P<0.05)。胎儿MCA、RA、DV相关指标联合检测胎儿窘迫的灵敏度、特异度和Youden指数分别为92.69%, 95.24%, 0.87均较单一指标高。**结论** 超声多普勒检测胎儿各项血流动力学指标可明确胎儿宫内情况, 各项血流动力学指标的联合检测对于预测胎儿窘迫更为可靠。

**关键词:** 胎儿窘迫; 超声检查多普勒, 彩色; 大脑中动脉; 肾动脉; 静脉导管; 高海拔

### Prediction of fetal distress by color doppler ultrasound in Aheqi county, Xinjiang uygur autonomous region

CHEN Yu<sup>1</sup>, Muerzhazhabi·Muhashi<sup>2a</sup>, ZHAO Xiaoling<sup>2a</sup>, PAN Chunling<sup>2a</sup>, ZHANG Ping<sup>2b</sup>

*Author Affiliations:* <sup>1</sup>Obstetrics Department, Wuxi Maternal and Child Health Hospital Affiliated to Nanjing Medical University, Wuxi, Jiangsu 214000, China; <sup>2a</sup>Department of Obstetrics and Gynecology, <sup>2b</sup>Department of Ultrasound, Aheqi People's Hospital, Kizilesu Autonomous Prefecture, Xinjiang Uygur Autonomous Region 843500, China;

**Abstract: Objective** To investigate the hemodynamic parameters of middle cerebral artery, renal artery and venous catheter in fetuses by color Doppler ultrasound, and to evaluate the value of its prediction of fetal distress. **Methods** Seventy pregnant women in the late pregnancy admitted to the People's Hospital of Aheqi County for color doppler ultrasound examination from February 2017 to February 2018 were selected and divided into two groups according to situation of fetal distress, of which 28 cases were diagnosed as fetal distress in the observation group, and 42 cases without fetal distress were the control group. The hemodynamic indexes of fetal middle cerebral artery (MCA), renal artery (RA) and venous catheter (DV) were detected by color Doppler flow imaging. The pulsation index (PI), resistance index (RI), the ratio of peak systolic blood flow (S) to diastolic peak (D) (S/D) of MCA and RA in the two groups were calculated respectively. And the DV venous pulsation index (PIV), venous catheter shunt rate (QDV/QUV), ventricular systolic peak velocity (S-peak) and atrial systolic maximum reflux velocity (A-wave) ratio (S/A), and the incidence of abnormal fluctuation of venous catheter in the two groups were calculated respectively. **Results** The PI, RI and S/D ratio of the MCA in the observation group were (1.27±0.30), (0.64±0.14), (3.64±0.72), respectively, which were apparently lower than those in the control group (1.59±0.38), (0.75±0.08), (4.23±0.97) ( $P < 0.01$ ). The PI, RI and S/D ratio of the RA in the observation group were (2.31±0.62), (1.11±0.40), (5.77±0.77), respectively, which were all higher than those of the control group (2.31±0.62), (1.11±0.40), (5.77±0.77) ( $P < 0.001$ ). The PIV, S/A ratio and  $Q_{DV}/Q_{UV}$  were higher than those of the control group ( $P < 0.001$ ). The incidence of abnormal waves in the observation group was significantly higher than that in the control group (14.28%, 0) ( $P < 0.05$ ). The sensitivity, specificity and Youden Index of combined detection to predict fetal distress were 92.69%, 95.24%, 0.87, respectively, which were obviously higher than that of a single indicator. **Conclusion** Using the ultrasonic Doppler to detect the fetal hemodynamic indexes can determine the intrauterine condition of the fetus, and the combined detection of various hemodynamic indexes is more reliable in predicting fetal distress

**Key words:** Fetal distress; Ultrasonography doppler, color; Middle cerebral artery; Renal artery; Venous catheter; Altitude

胎儿在宫内因缺氧征象危及其健康和生命,称为胎儿窘迫。胎儿窘迫是一种综合症状,其发生的可能原因有:血管病变使子宫血液减少与胎盘退行性病变,红细胞携氧量不足或产前急性失血所致的血氧浓度过低<sup>[1]</sup>。临床上早期识别、诊断与干预可明显改善新生儿预后<sup>[2]</sup>。目前国内外已运用超声多普勒检测胎儿脐动脉(UA)、大脑中动脉(MCA)的血流动力学指标来评价胎儿宫内情况,但有关肾动脉(RA)、静脉导管(DV)的相关报道较少,且单一指标其敏感性和特异性较低,假阳性较高。本研究旨在应用彩色超声多普勒联合检测高原地区胎儿MCA、RA以及DV的各项血流动力学指标,并评价联合检测上述指标在预测胎儿窘迫的价值,现将结果报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2017年2月至2018年2月在阿合奇县人民医院自愿接受彩超检查的70例妊娠晚期孕妇,排除胎儿畸形,均为单胎妊娠。根据有无胎儿窘迫将其分为两组,其中确诊为胎儿窘迫者为观察组(28例),无胎儿窘迫者为对照组(42例)。观察组中孕妇年龄范围为21~43岁,孕周范围为35<sup>+6</sup>~42<sup>+2</sup>周,长期居住在海拔2 000 m以上者占比

64.28%,其中妊娠期高血压综合征11例,过期妊娠9例,羊水过少3例,前置胎盘2例,胎盘早剥1例,妊娠合并重度贫血2例;对照组中孕妇年龄范围为23~41岁,孕周范围为35<sup>+5</sup>~41<sup>+3</sup>周,长期居住在海拔2 000 m以上者28.57%,无妊娠合并症及并发症。两组孕妇年龄、孕周比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。

**1.2 仪器选择** 选择型号为PHILIPS iu22的彩色多普勒超声诊断仪对各项血流参数进行检测,使用凸阵探头,探头频率为4.0~6.0 MHz。

**1.3 检测方法** 所有受试对象均经腹部超声探查,孕妇取平卧位。具体方法为:MCA,首先探及胎儿成对的蝶骨大翼,开启多普勒脉冲模式,于胎儿大脑中动脉M1段近中1/3处(即近基底动脉环发出后3~5 mm处)进行取样,测值。RA,采用二维超声找到胎儿肾脏,在显示肾动脉与腹主动脉长轴时,加用CDFI显示肾动脉血流,将取样点置于肾门处,测值。DV测量,将取样容积置于DV远心端进行测量,连续测量三个心动周期,取平均值,测得静脉导管的心室收缩峰值流速(S)、心房收缩最大回流流速(A)、时间平均流速( $V_{MEAN}$ ),计算出静脉搏动指数(PIV),测得胎儿腹部横切面水平脐静脉肝内段测量脐静脉

内径( $D_{UV}$ ),脐静脉中段最大流速( $V_{MAX-UV}$ ),计算脐静脉血流量  $Q_{UV} = 0.7 \times (V_{MAX-UV}) \times 3.14 \times (D_{UV}/2)^2$ ,同法得出 DV 血流量  $Q_{DV}$ ,通过两者比值计算得出 DV 分流率  $= Q_{DV}/Q_{UV}$ 。DV 的统计数据包括 DVPIV、心室收缩期峰值流速(S-peak)与心房收缩期最大回流流速(A-wave)的比值(S/A 值)、DV 分流率。

**1.4 质量控制** 操作均由同一位副高级超声诊断医师进行检查、完成与记录。取样时调整取样容积为 2 mm,尽量校正多普勒取样轴线与血管夹角  $< 30^\circ$ ,连续获得 5 个及以上均匀一致、边界清晰的血流频谱,采用机器自动测量,减少人为误差,取样异常值均测量三次后求平均值。

**1.5 分组判定标准** 本研究按新生儿出生后情况作为评定标准。产后诊断胎儿窘迫的标准:(1)产后新生儿 1 min Apgar 评分  $\leq 7$  分;(2)产后脐动脉血气分析  $pH \leq 7.20$ 。新生儿出现上述情况之一即可判定为胎儿窘迫。对照组:新生儿出生后 1 min Apgar 评分 10 分。

**1.6 统计学方法** 所有统计数据均用 SPSS 22.0 软件进行处理,计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示,采用成组  $t$  检验,计量资料采用例(%)表示,行  $\chi^2$  检验。并绘制 ROC 曲线、计算曲线下面积(AUC)、灵敏度、特异度及 Youden 指数,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 两组胎儿的 MCA、RA 血流动力学情况** 研究显示观察组胎儿 MCA 的搏动指数(PI)、阻力指数(RI)和血流收缩期峰值(S)与舒张期峰值(D)的比值(S/D 值)均明显低于对照组(均  $P < 0.01$ ),观察组胎儿 RA 的 PI、RI、S/D 均明显高于对照组(均  $P < 0.001$ ),见表 1。

**表 1** 妊娠晚期孕妇 70 例中胎儿大脑中动脉、肾动脉的血流参数值比较

组别	例数	MCA			RA		
		PI	RI	S/D	PI	RI	S/D
对照组	42	1.59±0.38	0.75±0.08	4.23±0.97	1.56±0.42	0.73±0.13	3.06±0.92
观察组	28	1.27±0.30	0.64±0.14	3.64±0.72	2.31±0.62	1.11±0.40	5.77±0.77
$t$ 值		3.816	4.151	2.751	6.085	5.775	12.885
$P$ 值		$< 0.001$	$< 0.001$	0.004	$< 0.001$	$< 0.001$	$< 0.001$

注: MCA 为胎儿大脑中动脉, RA 为胎儿肾动脉, PI 为搏动指数, RI 为阻力指数, S/D 值为血流收缩期峰值与舒张期峰值的比值。

**2.2 两组胎儿的脐静脉导管的各项血流参数** 观察组胎儿 DV 的 PIV、S/A、静脉导管分流率( $Q_{DV}/Q_{UV}$ )均明显高于对照组( $P < 0.001$ ),观察组中出现异常频谱形态共 4 例,占比为 14.29%,对照组则无异常频谱出现( $P < 0.05$ )。

**表 2** 妊娠晚期孕妇 70 例中胎儿静脉导管的血流参数比较

组别	例数	PIV/ $\bar{x} \pm s$	(S/A)/ $\bar{x} \pm s$	$(Q_{DV}/Q_{UV})/\bar{x} \pm s$	异常波形/例(%)	
					消失	倒置
对照组	42	0.48±0.13	1.79±0.35	0.25±0.09	0(0)	0(0)
观察组	28	0.83±0.21	5.74±0.97	0.60±0.15	3(10.71)	1(3.57)
$t(\chi^2)$ 值		8.605	24.065	12.118	(6.364)	
$P$ 值		$< 0.001$	$< 0.001$	$< 0.001$	0.012	

注: PIV 为静脉搏动指数, S/A 值为心室收缩期峰值流速(S-peak)与心房收缩期最大回流流速(A-wave)的比值,  $Q_{DV}/Q_{UV}$  为静脉导管分流率。

**表 3** 彩色超声多普勒检测胎儿大脑中动脉、肾动脉、脐静脉单一及联合检测的 ROC 曲线分析结果

指标	灵敏度/%	特异度/%	Youden 指数	AUC/cm <sup>2</sup>
MCA RI	77.31	85.75	0.63	0.76
MCA PI	79.24	89.82	0.69	0.81
MCA S/D	80.55	90.24	0.71	0.85
RA RI	80.32	90.15	0.70	0.84
RA PI	72.26	82.46	0.55	0.74
RA S/D	71.14	80.92	0.52	0.71
DV PIV	62.12	79.17	0.41	0.62
DV S/A	60.37	80.32	0.41	0.56
$Q_{DV}/Q_{UV}$	63.43	85.16	0.49	0.69
联合检测	92.69	95.24	0.87	0.96

注: MCA 胎儿大脑中动脉, RA 为胎儿肾动脉, PI 为搏动指数, RI 为阻力指数, S/D 值为血流收缩期峰值与舒张期峰值的比值, DV 为静脉导管, PIV 为静脉搏动指数, S/A 值为心室收缩期峰值流速与心房收缩期最大回流流速的比值,  $Q_{DV}/Q_{UV}$  为静脉导管分流率。

**2.3 ROC 曲线** 胎儿大脑中动脉、肾动脉、脐静脉单一及联合检测预测胎儿窘迫的 ROC 曲线结果显示,单一指标中以胎儿大脑中动脉的 S/D 值、肾动脉 RI 值、大脑中动脉 PI 值的 ROC 面积最大,联合检测的灵敏度、特异度最高。

**3 讨论**

在本研究选取的病例中,观察组中孕妇长期居住在 2 000 m 以上高海拔地区的较对照组多,说明胎儿窘迫的发生可能与海拔高度有关<sup>[3]</sup>。但由于样本量限制,对于海拔与血流异常之间相关性,需要收集更多的病例进一步验证。

MCA 是颈内动脉的延续,能够直接反映大脑的血供情况<sup>[4]</sup>。胎儿成熟过程中,脑血管逐渐增粗,血流阻力下降,血液供氧量增加<sup>[5]</sup>。当发生胎儿窘迫时,为保障心、脑等重要器官的供氧,胎儿脑动脉血管明显扩张,引起血流阻力下降,保障脑部血液供应,称为脑保护效应<sup>[6]</sup>。本研究显示观察组胎儿 MCA 血流的 RI、PI、S/D 明显降低, MCAPI  $\leq 1.27$ , RI  $\leq 0.64$ , S/D  $\leq 3.64$  其预测胎儿窘迫的特性与灵敏度最高,与相关文献报道一致<sup>[7]</sup>。但当缺氧持续存在、窘

迫加重时,胎儿大脑中动脉通过管径扩张也无法满足颅脑对营养及氧的需求,此时脑血流灌注呈失代偿状态,脑血流量减少,因此可能会出现MCA血流动力学参数正常继而胎死宫内的情况<sup>[8]</sup>,因此单纯靠MCA血流参数预测胎儿窘迫其结果可能出现偏差<sup>[9]</sup>。

RA代表胎儿外周血管,其扩张程度与胎儿循环密切相关<sup>[10]</sup>。正常妊娠RA的血流速度与孕龄呈正相关<sup>[11]</sup>,胎儿缺氧时由于代偿作用发生血供再分布,主要表现为外周阻力尤其以RARI明显改变<sup>[12]</sup>。胎儿RARI、RAPI、S/D从血流动力学角度反映了肾的血供情况,进而反映胎儿循环及胎儿-胎盘循环情况。本研究显示,RAPI $\geq$ 2.31、RARI $\geq$ 1.11、S/D $\geq$ 5.77可作为预测胎儿窘迫的截断值,与文献报道一致<sup>[13]</sup>。

DV为胎儿时期所特有的一条重要血管,是连接脐静脉和下腔静脉的重要通道。正常情况下,脐静脉中的血液进入肝脏后,有约52%的血液直接通过DV导入下腔静脉<sup>[14]</sup>进入心脏。因此DV血流参数主要反映缺氧时胎儿右心功能情况<sup>[15]</sup>,进而评价胎儿宫内缺氧情况。当右心负荷增大,心功能失代偿时,静脉回流受阻,静脉导管心房收缩期流速下降,血流消失甚至倒置<sup>[16]</sup>,且这种变化出现得越晚,提示预后越差<sup>[17]</sup>,本研究中观察组DV的PIV、S/A、 $Q_{DV}/Q_{UV}$ 异常频谱发生率均明显升高,出现血流频谱变化的病例,新生儿均出现了低Apgar评分,与文献<sup>[16-17]</sup>报道一致。

胎儿窘迫是胎死宫内、围产儿死亡的主要原因之一,存活的窒息儿常因缺氧导致脑瘫、神经系统不可逆性损害等后遗症<sup>[18]</sup>,缺氧时间越长,预后越差。因此产前准确及时的预测胎儿窘迫对提高新生儿预后、降低围产儿死亡率与致残率具有重要意义。本研究结果表明,MCA、RA及DV的血流动力学指标可作为判断孕晚期胎儿窘迫的关键指标,以RA RI、MCA S/D、DV  $Q_{DV}/Q_{UV}$ 的诊断价值较高,从ROC面积分析三者联合检测的灵敏度及特异度分别为92.69%、95.24%。联合检测较单一动脉的检测更为安全可靠,可为临床及时、准确预测及诊断胎儿窘迫提供可量化的理论依据,值得推广<sup>[19-20]</sup>。

### 参考文献

[1] 李小艳,马静.彩超监测胎儿肾动脉血流对胎儿宫内窘迫的预测价值[J].中国妇幼保健,2015,30(8):1265-1266.  
[2] 李明君,肖莹.彩色超声多普勒测定脑-胎比值对胎儿窘迫的诊断价值[J].西南国防医药,2016,26(1):65-67.  
[3] 贾生梅.高海拔地区胎儿宫内窘迫相关因素分析及对策[J].护

士进修杂志,2005,20(10):956-957.

- [4] 张菊梅,吕晓艳,王宏婵,等.妊高症孕妇胎儿大脑中动脉和脐动脉阻力超声检测指标比值对宫内窘迫的预测作用[J].华南国防医学杂志,2015,29(2):142-144.  
[5] 陈江红,王娜,黄乃磊.彩超检测胎儿大脑中动脉、脐动脉以及联合胎心监护在预测胎儿宫内缺氧中的价值[J].军事医学,2016,40(11):931-933.  
[6] 史晓梁,沈晓燕,程昇,等.产时胎儿大脑中动脉和脐动脉阻力指标比值与胎儿酸中毒的关系[J].中国超声医学杂志,2017,33(3):272-274.  
[7] KARLSEN HO, EBBING C, RASMUSSEN S, et al. Use of conditional centiles of middle cerebral artery pulsatility index and cerebroplacental ratio in the prediction of adverse perinatal outcomes [J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 2016, 95(6): 690-696.  
[8] 宇雪豹,范文涛,柯和平,等.胎儿脐动脉和大脑中动脉血流动力学检查联合胎心监护在胎儿宫内缺氧诊断中的价值[J].中国妇幼保健,2018,33(1):191-193.  
[9] 张颖,洪林巍,王昕.彩色多普勒超声血流动力学参数预测胎儿窘迫临床意义研究[J].中国实用妇科与产科杂志,2018,34(1):110-113.  
[10] 罗兵,张力维,杨瑞敏,等.肾动脉与大脑中动脉血流阻力指标比值对妊娠期糖尿病胎儿宫内缺氧的预测价值[J].海南医学,2016,27(1):62-64.  
[11] 程志华,王义成,杨瑞敏,等.胎儿肾动脉和大脑中动脉阻力指标比值联合Tei指数预测妊娠期高血压疾病胎儿缺氧[J].中国超声医学杂志,2015,31(1):38-40.  
[12] 郭凤军,田静岩,杨瑞琦,等.妊娠期高血压疾病孕妇胎儿脐动脉、肾动脉、大脑中动脉及静脉导管多普勒血流监测的临床价值[J].中国妇幼保健,2016,31(12):2563-2565.  
[13] 邱鹏远,李令枝,黄浩英,等.胎儿肾动脉与大脑中动脉阻力比值对妊娠期肝内胆汁淤积症导致胎儿缺氧的诊断价值[J].实用医学杂志,2018,34(16):2783-2785.  
[14] 刘细斌,周芳,陈淑贞,等.超声对宫内发育迟缓胎儿静脉血流频谱的观察[J].实用医学杂志,2015,31(7):1150-1152.  
[15] 张婷,王义成,杨瑞敏,等.胎儿肾动脉及静脉导管血流参数联合右心室Tei指数预测妊娠期糖尿病胎儿宫内缺氧[J].中国超声医学杂志,2017,33(11):1003-1006.  
[16] 李天刚,车岩,董明辉,等.静脉导管血流检测对妊娠高血压疾病胎儿右心舒张功能的评价[J].临床超声医学杂志,2013,15(2):87-90.  
[17] 刘姿,罗彩月,李建华.子痫前期胎儿血流检测与围生儿预后分析[J].中国现代医生,2015,53(15):34-36.  
[18] ZHAO F, GENG Q, KONG F, et al. Quantitative analysis of tightness of nuchal cord and its relationship with fetal intrauterine distress [J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(10): 17507-17514.  
[19] 刘玲.彩色多普勒超声检测胎儿脐动脉及大脑中动脉血流频谱对预测宫内窘迫的临床意义[J].检验医学与临床,2016,13(5):602-603.  
[20] 杨磊,李天刚,王艺璇,等.胎儿大脑中动脉血流参数在孕晚期胎儿宫内窘迫诊断中的应用[J].中国初级卫生保健,2014,28(9):56-57.

(收稿日期:2019-08-11,修回日期:2019-09-08)