

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2017.18.022

硫酸镁对子痫前期孕妇及胎儿动脉血流的影响

张 玲

(河南省南阳市中心医院妇产科 473009)

[摘要] **目的** 探讨重度子痫前期(SPE)孕妇及胎儿的动脉血流变化情况及硫酸镁对其的影响。**方法** 选择 2013 年 1 月至 2015 年 1 月该院收治的 SPE 孕妇 174 例作为观察组,正常孕妇 174 例作为对照组,观察组孕妇给予硫酸镁治疗 2 d,观察硫酸镁治疗前后孕妇大脑中动脉、子宫动脉、子宫螺旋动脉、脐动脉、胎儿大脑中动脉血流及孕妇血压、头晕眼花症状、无负荷试验(NST)的变化。**结果** 观察组治疗前、后与对照组孕妇和胎儿大脑中动脉阻力指数(RI)值、搏动指数(PI)值、收缩期峰值流速/舒张末期流速(S/D)值比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。观察组治疗前子宫动脉和子宫螺旋动脉 RI 值、PI 值、S/D 值明显高于对照组($P<0.05$);治疗后子宫动脉 RI 值、PI 值、S/D 值明显低于治疗前($P<0.05$)。观察组治疗前脐动脉 RI 值、PI 值、S/D 值均高于对照组($P<0.05$);治疗后脐动脉 PI 值、S/D 值较治疗前降低,但差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,观察组收缩压、舒张压、平均动脉压与治疗前比较均有所降低,头晕眼花比例较治疗前降低,但差异均无统计学意义($P>0.05$),而 NST 无反应的发生率均明显低于治疗前($P<0.05$)。**结论** 硫酸镁治疗能够明显改善 SPE 患者子宫动脉、子宫螺旋动脉的血流情况,能够改善胎儿宫内储备情况。

[关键词] 重度子痫前期;硫酸镁;子宫动脉;大脑中动脉;脐动脉
[中图分类号] R714.24+4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2017)18-2512-03

Effect of magnesium sulfate on arterial blood flow in preeclampsia pregnant woman and fetuses

Zhang Ling

(Department of Obstetrics and Gynecology, Nanyang Municipal Central Hospital, Nanyang, Henan 473009, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the changes of arterial blood flow in pregnant women with severe preeclampsia(SPE) and fetuses and the effect of magnesium sulfate on it. **Methods** One hundred and seventy-four SPE pregnant women in our hospital from January 2013 to January 2015 were selected as the observation group and 174 normal pregnant women as the control group. The observation group was given the magnesium sulfate treatment for 2 d. The arterial blood flow changes of middle cerebral artery, uterine artery, uterine spiral artery, umbilical artery, fetal middle cerebral artery before and after treatment in the observation group were observed. And maternal blood pressure, dizziness symptoms, no load test(NST) changes were also observed. **Results** The RI, PI and S/D values of pregnant women and fetal middle cerebral artery before and after treatment had no statistical differences between the control group and observation group($P>0.05$). The RI, PI and S/D values of uterine artery and uterine spiral artery before treatment in the observation group were significantly higher than those in the control group($P<0.05$); the RI, PI and S/D values of uterine artery and uterine spiral artery after treatment in the observation group were significantly lower than those before treatment($P<0.05$). The umbilical artery RI, PI and S/D values before treatment in the observation group were higher than those in the control group($P<0.05$); the PI and S/D values after treatment were lower than those before treatment, but difference was statistically significant($P>0.05$). The systolic pressure, diastolic pressure and mean arterial blood pressure after treatment in the observation group were decreased compared with treatment, and the proportion of dizziness was decreased compared with before treatment, but the difference was not statistically significant($P>0.05$), while the incidence rate of NST no response was significantly lower than that before treatment($P<0.05$). **Conclusion** The magnesium sulfate therapy can significantly improve the blood flow situation of uterine artery and uterine spiral artery in the patients with SPE and can improve fetal intrauterine reserve.

[Key words] severe pre-eclampsia; magnesium sulfate; uterine artery; middle cerebral artery; umbilical arteries

重度子痫前期(severe pre-eclampsia, SPE)对孕妇及胎儿的生命安全造成严重威胁, SPE 孕妇全身小动脉痉挛, 循环阻力升高, 胎盘绒毛血管痉挛或者梗塞, 胎儿-胎盘循环阻力升高, 胎盘血流灌注量下降, 对胎儿的发育造成影响^[1-2]。硫酸镁属于解痉药物, 是 SPE 治疗的首选药, 可以缓解全身小动脉痉挛, 降低血管的阻力, 改善孕妇的血流动力学变化^[3]。有研究发现, SPE 孕妇的子宫动脉、脐动脉的阻力指数(resistance in-

dex, RI)、搏动指数(pulsating index, PI)、收缩期峰值流速/舒张末期流速(systolic peak/end diastolic velocity, S/D)值升高^[4]。硫酸镁治疗可以降低 SPE 孕妇的子宫动脉、脐动脉的 RI 值、PI 值、S/D 值^[5-6]。但目前关于硫酸镁治疗对孕妇大脑中动脉和胎儿中动脉的研究不多。本研究对 SPE 孕妇及胎儿的动脉血流变化情况进行研究, 并探讨硫酸镁治疗对 SPE 孕妇及胎儿的动脉血流变化的影响及其对孕妇血压、自觉症状及

胎儿无负荷试验(non stress test,NST)的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2013 年 1 月至 2015 年 1 月本院收治的 SPE 孕妇 174 例作为观察组,选择同期相应孕周正常孕妇 174 例作为对照组,所有孕妇均为单胎妊娠,均签署知情同意书。观察组孕妇孕周(33.43±2.31)周,年龄(28.12±2.79)岁,73 例有头晕眼花不适;对照组孕妇孕周(33.25±2.42)周,年龄(27.98±2.76)岁,无不适主诉,两组孕妇孕周和年龄比较差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。排除标准:双胎或多胎,未正规产检,患原发性高血压及其他内科疾病者,患有妊娠期糖尿病等妊娠并发症者,资料不完整者。

1.2 方法

1.2.1 SPE 治疗 观察组孕妇入院当天先给予 5 g 硫酸镁+20 mL 25%葡萄糖静脉注射(20 min 内完成),再给予 15 g 硫酸镁+1 000 mL 10%葡萄糖静脉滴注;24 h 后再给予 15 g 硫酸镁静脉滴注(用法同前)。所有孕妇均未应用除硫酸镁以外的血管活性药物。

1.2.2 记录各指标 (1)SPE 孕妇分别于入院时及硫酸镁治疗 48 h 后记录孕妇血压、自觉症状、NST 反应情况,并进行孕妇及胎儿的动脉血流测定。(2)孕妇大脑中动脉血流测定:采用经颅彩色多普勒(德国 EMG2020 型)进行检测,探头频率为 2 MHz,孕妇取侧卧位,超声探头垂直颅骨表面,经过颞窗探测到大脑中动脉,选择最佳信号,记录 RI 值、PI 值、S/D 值、收缩期峰值血流速度(PSV)、舒张期末血流速度(EDV)及平均血流速度(MFV),用血压计测量患者血压,计算脑灌注压,大脑中动脉脑灌注压=[平均动脉压(MAB)-头盖骨内压力]。(3)子宫动脉、子宫螺旋动脉、脐动脉及胎儿大脑中动脉血流测定:采用彩色多普勒超声仪(美国 Voluson 730 Expert)进行测定,孕妇取仰卧位,探头频率为 2~5 MHz,测定子宫动脉、子宫螺旋动脉、脐动脉的 RI 值、PI 值、S/D 值,经颞窗测定胎儿大脑中动脉 RI 值、PI 值、S/D 值。(4)NST 监测:SPE 孕妇入院即进行 NST 检查,NST 无反应时给予吸氧、左侧卧位及对症治疗后复查了解胎儿储备情况。NST 诊断标准:NST 反应型指 20 min 内有大于或等于 3 次胎动时伴胎心加速大于 15 次/分,持续 15 s 以上;若胎动时胎心率无加速或加速没有达到上述标准为 NST 无反应型。

1.2.3 观察指标 观察观察组硫酸镁治疗前后及对照组孕妇大脑中动脉、子宫动脉、子宫螺旋动脉、脐动脉、胎儿大脑中动脉的血流变化、孕妇血压[收缩压(SBP)、舒张压(DSP)、MAB]及自觉症状、胎儿 NST。

1.3 统计学处理 采用 SPSS20.0 软件进行分析,计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用方差分析,组内比较采用 SNK- q 检验;计数资料以率表示,组间比较采用 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组孕妇大脑中动脉血流情况比较 观察组硫酸镁治疗前、后与对照组孕妇大脑中动脉 RI 值、PI 值、S/D 值比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

2.2 两组孕妇产宫动脉的血流情况比较 观察组硫酸镁治疗前子宫动脉 RI 值、PI 值、S/D 值明显高于对照组($P<0.05$);

治疗后子宫动脉 RI 值、PI 值、S/D 值明显低于治疗前($P<0.05$),与对照组比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

表 1 两组孕妇大脑中动脉血流情况比较($\bar{x}\pm s,n=174$)

组别	RI 值	PI 值	S/D 值
观察组治疗前	0.43±0.04	0.79±0.08	1.83±0.22
观察组治疗后	0.46±0.07	0.81±0.07	1.85±0.21
对照组	0.42±0.05	0.78±0.10	1.84±0.18

表 2 两组孕妇产宫动脉的血流情况比较($\bar{x}\pm s,n=174$)

组别	RI 值	PI 值	S/D 值
观察组治疗前	0.62±0.08	1.49±0.11	2.57±0.26
观察组治疗后	0.54±0.06 ^a	1.13±0.08 ^a	2.16±0.19 ^a
对照组	0.53±0.05 ^a	1.02±0.05 ^a	2.07±0.17 ^a

^a: $P<0.05$,与观察组治疗前比较。

2.3 两组孕妇产宫螺旋动脉的血流情况比较 观察组硫酸镁治疗前子宫螺旋动脉 RI 值、PI 值、S/D 值明显高于对照组($P<0.05$);治疗后子宫螺旋动脉 RI 值、PI 值、S/D 值明显低于治疗前($P<0.05$),与对照组比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 3。

表 3 两组孕妇产宫螺旋动脉的血流情况比较($\bar{x}\pm s,n=174$)

组别	RI 值	PI 值	S/D 值
观察组治疗前	0.79±0.15	0.63±0.10	2.07±0.11
观察组治疗后	0.39±0.08 ^a	0.51±0.06 ^a	1.65±0.08 ^a
对照组	0.33±0.07 ^a	0.44±0.07 ^a	1.57±0.06 ^a

^a: $P<0.05$,与观察组治疗前比较。

2.4 两组孕妇脐动脉的血流情况比较 观察组硫酸镁治疗前脐动脉 RI 值、PI 值、S/D 值均高于对照组($P<0.05$);治疗后脐动脉 RI 值低于治疗前,但差异无统计学意义($P>0.05$);脐动脉 PI 值、S/D 值低于治疗前,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 4。

表 4 两组孕妇脐动脉的血流情况比较($\bar{x}\pm s,n=174$)

组别	RI 值	PI 值	S/D 值
观察组治疗前	0.68±0.06 ^a	0.93±0.14 ^{ab}	3.21±0.67 ^{ab}
观察组治疗后	0.67±0.05	0.85±0.11	2.57±0.66
对照组	0.56±0.04	0.81±0.08	2.37±0.52

^a: $P<0.05$,与对照组比较;^b: $P<0.05$,与同组治疗后比较。

2.5 两组孕妇的胎儿大脑中动脉血流情况比较 观察组硫酸镁治疗前、后与对照组胎儿大脑中动脉 RI 值、PI 值、S/D 值和脑灌注压比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 5。

表 5 两组孕妇的胎儿大脑中动脉血流情况比较($\bar{x}\pm s,n=174$)

组别	RI 值	PI 值	S/D 值
观察组治疗前	0.44±0.03	0.82±0.07	2.49±0.58
观察组治疗后	0.45±0.04	0.81±0.09	2.52±0.55
对照组	0.43±0.05	0.79±0.08	2.50±0.47

表 6 两组孕妇血压及胎儿 NST 等情况比较 (n=174)

项目	SBP(̄±s,mm Hg)	DSP(̄±s,mm Hg)	MAB(̄±s,mm Hg)	头晕眼花[n(%)]	NST 无反应[n(%)]
观察组治疗前	165.12±3.78 ^a	116.27±4.76 ^a	126.47±5.24 ^a	73(41.95) ^a	68(39.08) ^{ab}
观察组治疗后	158.48±4.76 ^a	108.57±2.65 ^a	121.47±4.87 ^a	58(33.33) ^a	26(14.94)
对照组	101.12±4.25	70.32±3.26	88.97±2.13	0	18(10.34)

^a:P<0.05,与对照组比较;^b:P<0.05,与同组治疗后比较。

2.6 两组孕妇血压及胎儿 NST 等比较 观察组硫酸镁治疗前 SBP、DSP、MAB 均高于对照组 (P<0.05),NST 无反应比例高于对照组 (P<0.05);与治疗前比较,观察组治疗后 SBP、DSP、MAB 及头晕眼花均有所降低,但差异无统计学意义 (P>0.05),而 NST 无反应的发生率明显低于治疗前 (P<0.05),见表 6。

3 讨 论

SPE 孕妇的滋养细胞侵袭力降低,螺旋动脉主要限于蜕膜层,滋养细胞没有侵袭肌层动脉,肌层纤维结构没有发生变化,增加子宫胎盘循环的血流阻力,引起胎盘组织的缺血缺氧;SPE 时出现全身小动脉痉挛,引起管径狭窄,阻力增加,子宫动脉 EDV 升高,血流阻力增加;SPE 时绒毛和胎膜细胞浸润胎盘,引起绒毛血管痉挛或者梗死,管腔狭窄,胎儿-胎盘循环阻力升高,血流灌注减少,影响胎儿的生长发育^[7-8]。彩色多普勒超声为无创操作,能够把形态学和血流动力学结合起来,能够及早发现子痫前期的血流异常,在临床中应用广泛。不少学者对子痫前期孕妇的血流变化进行了研究^[9-11]。李建华等^[9]发现,SPE 胎儿的脐静脉、静脉导管的血流值升高,脐动脉的 RI 值、PI 值、S/D 值升高,而胎儿大脑中动脉的 RI 值、PI 值、S/D 值和正常孕妇比较无明显差异;王春香等^[10]发现子痫前期孕妇的子宫螺旋动脉的 RI 值、PI 值、S/D 值均高于健康孕妇。本研究结果发现,SPE 子宫动脉、子宫螺旋动脉和脐动脉 RI 值、PI 值、S/D 值升高,孕妇和胎儿大脑中动脉 RI 值、PI 值、S/D 值无明显变化。SPE 大脑中动脉的血流无明显变化考虑可能和脑血管的自动调节机制有关。

硫酸镁的镁离子能够作用于神经肌肉接头,对钙离子和乙酰胆碱的释放有抑制作用,阻断神经、肌肉传递,从而解除骨骼肌的痉挛,能够控制和预防子痫的发生,硫酸镁同时能够刺激前列腺素的合成,使机体对血管紧张素 II 的反应降低,缓解小动脉的痉挛,降低血管的阻力,改善血流动力学^[12-13]。有研究发现硫酸镁能够改善上述动脉的血流情况^[14-15]。本研究结果发现,硫酸镁治疗能够显著改善子宫动脉、子宫螺旋动脉、脐动脉的血流情况,能够改善胎儿的宫内储备情况,对孕妇血压及自觉症状也有一定改善作用,但效果不显著。硫酸镁治疗能够改善胎儿宫内储备情况可能与硫酸镁能够改善子宫动脉、子宫螺旋动脉、及脐动脉的血流有关。但硫酸镁长期应用会影响孩子今后的骨骼发育,美国食品和药品管理局(FDA)已经将硫酸镁归入孕期使用 D 类药物,在临床中需谨慎应用,不建议长期应用。

综上所述,SPE 孕妇子宫动脉、子宫螺旋动脉和脐动脉 RI 值、PI 值、S/D 值升高,孕妇和胎儿大脑中动脉的 RI 值、PI 值、S/D 值无明显变化,硫酸镁治疗能够明显改善子宫动脉、子宫螺旋动脉、脐动脉血流情况,能够有效改善胎儿的宫内储备

情况。

参考文献

[1] Ertekin AA,Kapudere B,Eken MK,et al. Does aggressive and expectant management of severe preeclampsia affect the neurologicdevelopment of the infant? [J]. Int J Clin Exp Med,2015,8(10):19325-19331.

[2] Lin S,Leonard D,Co MA,et al. Pre-eclampsia has an adverse impact on maternal and fetal health[J]. Transl Res, 2015,165(4):449-463.

[3] 梁先慧. 三联用药方案对子痫前期孕妇血压水平及胎盘血流动力学情况的影响[J]. 现代诊断与治疗,2015,26(9):1965-1966.

[4] Brandão AH,Evangelista AA,Martins RM,et al. Prediction of early and late preeclampsia by flow-mediated dilation of the brachial artery[J]. Radiol Bras,2014,47(4):206-209.

[5] van Dijk MG,Díaz Olavarrieta C,Zuñiga PU,et al. Use of magnesium sulfate for treatment of pre-eclampsia and eclampsia in Mexico[J]. Int J Gynaecol Obstet,2013,121(2):110-114.

[6] Dasgupta S,Ghosh D,Seal SL,et al. Randomized controlled study comparing effect of magnesium sulfate with placebo on fetal umbilical artery and middle cerebral artery blood flow in mild preeclampsia at ≥ 34 weeks gestational age[J]. J Obstet Gynaecol Res,2012,38(5):763-771.

[7] Cotechini T,Komisarenko M,Sperou A,et al. Inflammation in rat pregnancy inhibits spiral artery remodeling leading to fetal growth restriction and features of pre-eclampsia[J]. J Exp Med,2014,211(1):165-179.

[8] Tukur J,Ahonsi B,Ishaku SM,et al. Maternal and fetal outcomes after introduction of magnesium sulphate for treatment ofpreeclampsia and eclampsia in selected secondary facilities;a low-cost intervention[J]. Matern Child Health J,2013,17(7):1191-1198.

[9] 李建华,刘姿,吴曙粤,等. 静脉导管、脐静脉和脐动脉及大脑中动脉血流检测对子痫前期胎儿预后分析[J]. 现代妇产科进展,2016,25(1):29-33.

[10] 王春香,王庆华,陈光元,等. 子痫前期患者子宫螺旋动脉血流动力学、胎盘微血管密度及 HSP-70、PAPP-A 变化研究[J]. 中国妇幼保健,2013,28(8):1248-1250.

[11] Aquino LO,Leite HV,Cabral AC,et al. (下转第 2517 页)

核-巨噬细胞、树突状细胞表面,TLR4 通过选择性识别 PAMPs[如脂多糖(LPS)、鞭毛蛋白和微生物核酸等],触发 MyD88 依赖性和非依赖性途径,最终活化 NF-κB,导致肿瘤坏死因子 α、白细胞介素 1β 等炎性细胞因子及趋化因子的释放,诱导炎症的发生^[12-13]。TLR4 识别的外源性配体主要为脂多糖,内源性配体主要包括坏死细胞、热休克蛋白等。活化的通过信号转导介导肠道黏膜的免疫反应^[14]。

本研究比较了健康者与 UC 患者之间 PBMC 的 TLR4、MyD88 和 NF-κB(P65)表达差异,UC 患者 TLR4、MyD88 和 NF-κB(P65)无论在基因水平还是蛋白水平均明显高于对照组,说明 TLR4 和 NF-κB(P65)与 UC 的发病相关。TLR4 表达异常可能与 LPS 耐受有关,UC 肠道菌群失调,宿主肠黏膜对 LPS 的耐受性降低,外周血 TLR4 大量表达,并与 LPS 结合,激活 TLR5-MyD88-IRAK-NF-κB(P65)的转导途径,募集炎性细胞,释放自由基,损伤黏膜^[15]。在进一步的分析中,TLR4、MyD88、NF-κB(P65)蛋白表达水平与 UC 严重程度呈正相关,表明 TLR4、MyD88 和 NF-κB(P65)表达水平可反映 UC 的活动情况,有助于判断患者的病情发展情况。

综上所述,TLR4、MyD88 和 NF-κB(P65)参与了 UC 的发生、发展,临床可通过检测 TLR4、MyD88 和 NF-κB(P65)水平判断 UC 患者的疾病发展情况,并将信号通路作为 UC 的潜在治疗靶点。

参考文献

[1] Noreen M, Arshad M. Association of TLR1, TLR2, TLR4, TLR6, and TIRAP polymorphisms with disease susceptibility [J]. Immunol Res, 2015, 62(2): 1-19.

[2] Yong Z, Zhen S, Zhang X, et al. TIPE2 play a negative role in TLR4-mediated autoimmune T helper 17 cell responses in patients with myasthenia gravis[J]. J Neuroimmune Pharmacol, 2015, 10(4): 635-644.

[3] 方文怡,柯晓,周凡,等. 清化肠饮对溃疡性结肠炎小鼠 TLR4/NF-κB 通路的影响[J]. 中国中西医结合消化杂志, 2014, 22(8): 417-421.

[4] Guo QS, Xia B, Jiang Y, et al. Polymorphisms of CD14 gene and TLR4 gene are not associated with ulcerative colitis in Chinese patients[J]. Postgrad Med J, 2005, 81(958): 526-529.

[5] 吴玉泓,许雅清,李海龙,等. 久泻灵颗粒对脾肾阳虚型溃疡性结肠炎大鼠 TLR4 及 NF-κB p65 表达的影响[J]. 中国实验动物学报, 2016, 24(1): 47-52.

[6] 李晨. 芍黄安肠汤对溃疡性结肠炎 TLR4/MyD88/NF-κB 信号通路的干预作用[D]. 南京:南京中医药大学, 2014.

[7] Meena NK, Verma R, Verma N, et al. TLR4 D299G polymorphism modulates cytokine expression in ulcerative colitis[J]. J Clin Gastroenterol, 2013, 47(9): 773-780.

[8] 朱灵,周军,曹海军,等. 雷公藤多苷通过抑制 TLR4/NF-κB 信号通路抑制小鼠结肠炎症[J]. 胃肠病学, 2015, 20(10): 606-611.

[9] Rahman FZ, Smith AM, Hayee B, et al. Delayed resolution of acute inflammation in ulcerative colitis is associated with elevated cytokine release downstream of TLR4[J]. Syst Rev, 2010, 5(3): 1095-1098.

[10] Tan Y, Zou K F, Qian W, et al. Expression and implication of toll-like receptors TLR2, TLR4 and TLR9 in colonic mucosa of patients with ulcerative colitis[J]. J Huazhong Univ Sci Technolog, 2014, 34(5): 785-790.

[11] Pan L, Hong L, Hong Y, et al. IRF5, but not TLR4, DEFE1, or VDR, is associated with the risk of ulcerative colitis in a Han Chinese population[J]. Scand J Gastroenterol, 2013, 48(10): 1145-1151.

[12] Mohammadi M, Zahedi MJ, Nikpoor AR, et al. Interleukin-17 serum levels and TLR4 polymorphisms in ulcerative colitis[J]. Iran J Immunol, 2013, 10(2): 83-92.

[13] 李晨,俞媛,范尧夫,等. 芍黄安肠汤对溃疡性结肠炎大鼠 TLR4/MyD88/NF-κB 信号通路的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(7): 151-155.

[14] Ke X, Zhou F, Gao Y, et al. Qing Hua Chang Yin exerts therapeutic effects against ulcerative colitis; through the inhibition of the TLR4/NF-kappa B pathway[J]. Int J Mol Med, 2013, 32(4): 926-930.

[15] 方新华,吴鑫,朱雪梅,等. 芍药内酯苷通过 TLR4 通路对大鼠溃疡性结肠炎的治疗作用及 Tollip 表达的调控作用[J]. 中国药学(英文版), 2016(5): 366-372.

(收稿日期:2017-01-01 修回日期:2017-03-16)

(上接第 2514 页)

Doppler flowmetry of ophthalmic arteries for prediction of pre-eclampsia[J]. Rev Assoc Med Bras, 2014, 60(6): 538-541.

[12] Guerci P, Vial F, Feugeas J, et al. Cerebral oximetry assessed by near-infrared spectrometry during preeclampsia: an observational study: impact of magnesium sulfate administration[J]. Crit Care Med, 2014, 42(11): 2379-2386.

[13] Maged AM, Hashem AM, Gad Allah SH, et al. The effect of loading dose of magnesium sulfate on uterine, umbili-

cal, and fetal middle cerebral arteries Doppler in women with severe preeclampsia: a case control study[J]. Hypertens Pregnancy, 2016, 35(1): 91-99.

[14] 张薇. 硫酸镁对子痫前期患者子宫动脉、螺旋动脉及胎儿血流动力学指标的影响研究[J]. 海峡药学, 2012, 24(10): 243-244.

[15] 朴顺福,张妍,张宁,等. 硫酸镁对子痫前期病人胎儿血流的影响[J]. 青岛大学医学院学报, 2015, 51(1): 77-79.

(收稿日期:2017-01-23 修回日期:2017-03-16)