

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2019.14.011

胎儿体质量回归方程对巨大儿产前预测的研究*

郭洪明¹, 马 臣^{2△}, 田嫣然¹, 陈 佳³

(重庆医科大学附属第一医院南川医院:1. 产科;2. 信息科;3. 超声科 408400)

[摘要] **目的** 探讨分娩前预测巨大儿的敏感指标,构建新的预测胎儿体质量公式。**方法** 将 2016 年 7 月至 2017 年 12 月该院 861 例单胎妊娠孕妇纳入研究。研究分为两个阶段:第 1 阶段(2016 年 7 月至 2017 年 7 月)筛选 445 例单胎妊娠孕妇,按分娩后出生体质量分为巨大儿组(A 组)和正常组(B 组),对两组分娩前指标进行比较,建立预测胎儿体质量的 ROC 曲线图,筛选出灵敏度较高的指标,构建新的预测胎儿体质量的方程式。第 2 阶段(2017 年 8—12 月):根据纳入排除标准筛选 416 例单胎妊娠孕妇,应用第 1 阶段得出的预测公式进行胎儿体质量预测,并评价该公式的临床价值:围分娩期管理、指导分娩方式的选择、巨大儿妊娠结局。**结果** 构建回归方程 $M=100\times\text{宫高}(\text{cm})+120\times\text{双顶径}(\text{cm})+100\times\text{股骨长}(\text{cm})+95\times\text{胎儿腹围}(\text{cm})+105\times\text{产次}(1\text{或}2)-3.5\times\text{羊水指数}(\text{cm})-5\ 000$, 诊断率为 66.300%, 高于其他方法。临产前预测巨大儿后,第 1 阶段产妇新生儿窒息率、产后出血率、肩难产发生率均高于第 2 阶段,两个阶段肩难产发生率比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 该回归方程能够于临产前较准确地预测胎儿体质量,对分娩方式的选择有较高的参考价值。

[关键词] 巨大胎儿;多元分析;预测;符合率**[中图分类号]** R714.51**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2019)14-2381-05

Study on the prenatal prediction of fetal macrosomia by fetal weight regression formula*

WU Hongming¹, MA Chen^{2△}, TIAN Yanran¹, CHEN Jia³

(1. Department of Obstetrics; 2. Department of Information; 3. Department of Ultrasound, Nanchuan Hospital, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 408400, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the relativity for macrosomia predicted by ultrasound and obstetrics and construct a new formula in predicting fetal weight. **Methods** A total of 861 singleton pregnant women from July 2016 to December 2017 were included. The study was divided into two phases; in the first stage (July 2016 to July 2017), 445 cases were divided into the fetal macrosomia group (group A) and the normal group (group B) according to the birth weight after delivery, compared the pre-delivery indicators between the two groups, established a ROC curve to predict fetal body mass, screened out the indicators with higher sensitivity, and constructed a new equation for predicting fetal body weight. In the second stage (from August to December 2017), 416 cases were screened, and the prediction formula derived from the first stage was used to predict the fetal body weight, and the clinical value of the formula was evaluated; management of the delivery period, guidance of delivery methods, the pregnancy outcome. **Results** The regression formula $M=100\times\text{uterine height}(\text{cm})+120\times\text{biparietal diameter}(\text{cm})+100\times\text{femur length}(\text{cm})+95\times\text{fetal abdominal circumference}(\text{cm})+105\times\text{parity}(1\text{ or }2)-3.5\times\text{amniotic fluid index}(\text{cm})-5\ 000$, the accurate rate was 66.300%, which was higher than the others. Macrosomia was predicted by using formula M so that the rate of neonatal asphyxia, postpartum hemorrhage and shoulder dystocia in the first stage were higher than those in the second stage, the rate of shoulder dystocia in the two stages was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** The regression formula can predict the fetal weight more accurately before labor, and it has a higher reference value for choosing the delivery mode.

[Key words] fetal macrosomia; multivariate analysis; forecasting; accurate rate

巨大儿是产科一种常见的现象,欧美国家体质量大于或等于 4 500 g 的新生儿被定义为巨大儿,我国则为体质量大于或等于 4 000 g 的新生儿^[1]。尽管在过去的 100 年里产科取得了重大进展,但巨大儿的分

* 基金项目:重庆市卫生和计划生育委员会医学科研计划项目(2016MSXM170)。 作者简介:郭洪明(1992—),副主任医师,本科,主要从事围产医学研究。 △ 通信作者,E-mail:359216374@qq.com。

娩仍然是产科医生所关注的焦点,并且母体和胎儿在围产期发生多种并发症的风险上升^[2]。有研究指出,较正常体质量儿,巨大儿的肩难产、臂丛神经损伤、锁骨骨折、臂骨折的发生率明显增高^[3]。巨大儿的分娩,除了带来难产、产伤等近期并发症,还带来了心血管疾病、代谢疾病等远期并发症^[4]。近年来,由于我国孕妇摄取营养过多,巨大儿的发生率明显增加,20世纪90年代至今由6%上升至18%^[5]。目前临床上多采用产科的宫高、腹围测量法或超声测量法预测胎儿体质量,然而单纯采用任何一种预测巨大儿并不准确。研究表明,只用宫高来估计巨大儿的灵敏度小于50%^[6]。2016年11月美国妇产科医师学会(ACOG)发布了巨大儿指南,指出巨大儿的预测比较困难,超声评估胎儿体质量的准确性并不比腹部触诊评估胎儿体质量的准确性高^[7]。有研究指出:各项指标单独应用时均有较大局限性,至今尚无一种方法可以准确预测巨大儿^[8]。因此本研究在于寻找一种产前能相对简单及准确评估巨大儿的预测方法,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集本院2016年7月至2017年12月产科住院待产20~45岁孕妇资料,纳入标准:(1)单胎;(2)足月;(3)无妊娠高危病史。排除标准:(1)胎儿畸形;(2)多胎妊娠、胎膜早破、羊水偏少(羊水指数小于或等于8 cm)、妊娠高血压疾病、产前出血、妊娠期糖尿病等病理妊娠状态。所有操作均为取得相关执业资格证人员进行。获得861例37~42周孕龄的单胎妊娠孕妇,研究进行前对所有参与研究者解释研究设计并签署知情同意书。本课题征得医院伦理委员会批准后,审批号:LL-201602。

1.2 方法

1.2.1 评价指标 常用于超声预测胎儿体质量的生物指标包括双顶径、头围、腹围、股骨长度等^[9]。国外有研究报道,足月妊娠增加的羊水指数与增加的体质量具有线性相关性^[10]。因此,将双顶径、头围、腹围、股骨长度、羊水指数作为超声测量值纳入研究。

1.2.2 产科宫高、腹围测量法 在分娩前7 d测量孕妇的宫高、腹围,测量3次取均值,以cm为单位,测量由2名主治以上的医师进行。嘱孕妇排空膀胱后仰卧于检查床上,头部稍垫高,露出腹部,双腿略屈曲分开使腹肌放松,检查者站在孕妇右侧进行检查。腹围的测量在脐水平进行,以软尺与腹壁间能够容纳一横指为松紧适宜,宫高的测量为耻骨联合上缘至宫底水平沿腹壁的弧形距离,对尖腹及悬垂腹等孕妇应在宫底高度水平将软尺下衬2~3横指,使测量尺呈浅弧形。胎先露的高低通过4步触诊法检查或临产时的阴道检查确定。

1.2.3 超声测量法 采用飞利浦iu22型彩色多普勒超声仪,探头C5-2,频率1.9~3.5 MHz。依据《产前超声诊断学》第2版所述方法,采用标准切面测量胎

儿的腹围、双顶径、股骨长及羊水指数,测量3次取均值,以cm为单位,由2名技术熟练的超声医师进行固定。

1.2.4 新生儿体质量测量 胎儿出生后30 min内由产科护士应用电子婴儿磅完成新生儿体质量测量,测量3次取均值,以g为单位。根据所得体质量,将巨大儿作为巨大儿组(A组),正常体质量儿作为对照组(B组)。

1.2.5 本研究分两阶段进行,第1阶段(2016年7月至2017年7月)使用回顾性研究方法得出预测胎儿体质量的新公式,第2阶段(2017年8—12月)使用前瞻性研究方法评价新公式指导临床价值。

1.2.5.1 第1阶段 445例符合条件的产妇,根据实际体质量分为巨大儿组(A组)和正常组(B组),作两组间分娩前指标对比分析,建立预测巨大儿的ROC曲线图,得出灵敏度较高的指标,以预测体质量与实际体质量绝对误差小于或等于250 g为符合^[11],计算多参数的回归方程及诊断符合率,构建新的预测胎儿体质量的方程式,出生后24 h内统计不良妊娠结局数,观察胎儿性别及孕母身高等因素对预测准确性的影响。

1.2.5.2 第2阶段 416例单胎妊娠孕妇,分娩前7 d应用第1阶段得出新的预测公式及国内常见的胎儿预测体质量公式进行胎儿体质量预测,并进行围分娩期管理及指导分娩方式的选择,出生后24 h内统计不良妊娠结局数,将两个阶段的不良妊娠结局情况进行对比,评价新公式指导胎儿分娩方式选择后妊娠结局的影响。

1.3 统计学处理 采用SPSS19.0软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用 t 检验;计数资料以频数或百分率表示,比较采用 χ^2 检验;诊断符合率采用ROC曲线下面积、灵敏度、特异度、截断值表示;影响因素分析采用多元线性回归。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组孕妇一般资料比较 两组孕妇体质量、胎儿性别、胎儿双顶径、腹围、股骨长、羊水指数、孕妇宫高、腹围比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),但孕妇体质量可孕期控制,具波动性,故不纳入巨大儿ROC曲线计算,见表1。

表1 两组孕妇一般资料比较

项目	A组(n=96)	B组(n=349)	t/χ^2	P
孕妇体质量($\bar{x} \pm s$, kg)	75.58 ± 10.00	66.46 ± 9.95	8.184	0.000
孕妇身高($\bar{x} \pm s$, cm)	159.61 ± 4.95	158.10 ± 6.66	2.122	0.034
孕妇宫高($\bar{x} \pm s$, cm)	36.05 ± 2.13	32.72 ± 1.65	14.543	0.000
孕妇腹围($\bar{x} \pm s$, cm)	106.12 ± 11.17	99.48 ± 6.67	5.698	0.000
胎儿双顶径($\bar{x} \pm s$, cm)	9.64 ± 0.32	9.31 ± 0.33	9.151	0.000
胎儿股骨长($\bar{x} \pm s$, cm)	7.43 ± 0.23	7.19 ± 0.28	8.267	0.000
胎儿腹围($\bar{x} \pm s$, cm)	34.00 ± 1.52	36.60 ± 1.46	15.492	0.000

续表 1 两组孕妇一般资料比较

项目	A 组(n=96)	B 组(n=349)	t/ χ^2	P
羊水指数($\bar{x}\pm s$,cm)	11.24±3.86	13.38±4.47	4.794	0.000
胎儿性别[n(%)]			9.736	0.002
男	64(66.67)	170(48.71)		
女	32(33.33)	179(51.29)		
妊娠次数[n(%)]			5.927	0.015
1 次	20(20.83)	118(33.81)		
多次	76(79.17)	231(66.19)		
分娩次数[n(%)]			6.136	0.013
1 次	35(36.46)	177(50.72)		
多次	61(63.54)	172(49.28)		

2.2 超声及临床参数与巨大儿的相关性 绘制 ROC 曲线,将约登指数最高时作为诊断界点,预测巨大儿的灵敏度和特异度。综合评价得出,单一指标下,孕妇宫高、孕妇腹围、产次、胎儿双顶径、股骨长、胎儿腹围、羊水指数对巨大儿预测价值较高,但孕妇腹围受产前体质量、BMI 等多种因素影响,波动性较大,故不

纳入回归模型,见图 1、表 2。

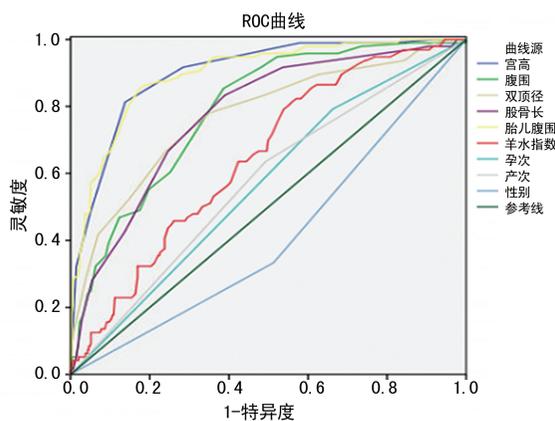


图 1 超声及临床参数与巨大儿的相关性的 ROC 曲线

2.3 新公式预测巨大儿的价值 以宫高作为自变量,以实际体质量作为因变量,计算回归方程及诊断符合率,以预测体质量与实际体质量绝对误差小于或等于 250 g 为符合。本研究回归方程式诊断符合率 66.300%,较国内常见的几种胎儿预测体质量公式高,见表 3。

表 2 ROC 曲线下面积及相关参数

项目	曲线下面积	标准误	渐进 Sig	95%CI		截断值(cm)	灵敏度	特异度
				下限	上限			
孕妇宫高	0.899	0.017	0.000	0.866	0.933	34.50	0.813	0.862
孕妇腹围	0.788	0.024	0.000	0.740	0.835	100.50	0.854	0.613
胎儿双顶径	0.773	0.029	0.000	0.717	0.829	9.45	0.781	0.648
胎儿股骨长	0.775	0.026	0.000	0.724	0.826	7.25	0.833	0.610
胎儿腹围	0.897	0.018	0.000	0.862	0.932	35.35	0.854	0.825
羊水指数	0.647	0.030	0.000	0.589	0.704	10.65	0.813	0.441
孕次	0.565	0.032	0.051	0.502	0.627	—	—	—
产次	0.571	0.033	0.032	0.507	0.635	—	—	—
性别	0.410	0.032	0.007	0.347	0.473	—	—	—

—:无数据

表 3 国内常见的几种胎儿预测体质量公式比较

公式	估测公式	符合例数(n)	符合率(%)
宫高腹围法	胎儿体质量=宫高×腹围	221	49.663
袁冬生法	胎儿体质量=宫高×腹围+200	258	57.978
卓晶如法	胎儿体质量=宫高×100	239	53.708
凌罗达法	胎儿体质量=宫高×123+腹围×20-2 700	247	55.506
曾蔚越法	胎儿体质量=宫高×腹围×0.9+500	258	57.978
回归方程式	胎儿体质量=100×宫高(cm)+120×双顶径(cm)+100×股骨长(cm)+95×胎儿腹围(cm)+105×产次(1或2)-3.5×羊水指数(cm)-5 000	299	66.300%

产次:初产妇为 1,经产妇为 2

2.4 两个阶段不良妊娠结局比较 两组肩难产发生率比较,差异有统计学意义(P<0.05);两组新生儿窒

息率及产后出血率比较,差异无统计学意义(P>0.05),但第 2 阶段新生儿窒息及产后出血发生率低

于第 1 阶段,考虑本研究样本量不足所致,见表 4。

表 4 两个阶段不良妊娠结局比较[n(%)]

项目	第 1 阶段(n=96)	第 2 阶段(n=71)	χ^2	P
新生儿窒息	2(2.08)	1(1.69)	0.000	1.000
产后出血	3(3.12)	1(1.69)	0.042	0.837
肩难产	10(10.41)	1(1.69)	4.018	0.045

3 讨 论

目前国内大多采用宫高、腹围测量法或采用超声测量法预测胎儿体质量,然而单纯采用任何一种预测方法预测胎儿体质量准确率大多在 50%左右,巨大儿预测准确率更低,该结果与 GREGORY 等^[12]研究结果基本一致。

国外大多采用超声测量法预测胎儿体质量,然而单纯采用超声测量法有些情况也无法准确预测,准确率约为 61%^[13]。产科孕妇指标与超声检查指标相结合可能具有较高的阳性预测价值,同时国外有研究指出结合羊水指数预测胎儿体质量能够得到更高的符合率^[14],孕次、产次对胎儿体质量也有积极影响。

本研究采取大样本量、前瞻性、双阶段的研究策略,通过产科联合超声结合羊水指数及孕次、产次构建了新的胎儿体质量预测公式,建立了基于本市孕妇个体测量学指标与胎儿出生体质量的关系,提高了胎儿体质量预测的精确性,并通过该公式进行围分娩期管理及指导分娩方式的选择,降低了不良妊娠结局的风险。

有研究指出,巨大儿的母婴并发症发生率明显高于正常儿,若产前联合指标预测为巨大儿,为减少母婴并发症,可适当放宽剖宫产的手术指征。但剖宫产手术可能出现出血、感染等近期并发症及由于剖宫产手术后瘢痕子宫及盆腔粘连的存在,易发生切口妊娠、再次妊娠时子宫破裂、再次盆腔手术时增加手术难度等远期影响^[15-16]。因此,巨大儿处理原则应以积极预防为主,通过产前准确预测巨大儿,综合评估分娩方式为补充。本研究发现孕妇体质量在巨大儿与正常体质量儿两组间比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),有研究指出,妊娠前每周平均增加的体质量是巨大儿的影响因素,提示如果妊娠期增加的体质量过快,可增加巨大儿的发生风险,建议合理控制妊娠期增加的体质量^[17-18],故提示临床工作者可加强孕期指导,如规范产前检查,积极开展孕妇学校,指导孕期营养管理、运动量管理等,达到通过控制孕妇体质量预防巨大儿的目的。

本研究提示胎儿双顶径、腹围、股骨长、羊水指数、孕妇宫高、腹围差异在巨大儿及正常体质量儿两组间比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。但有研究指出胎方位、入盆状况及孕妇肥胖等因素均会影响临床估计胎儿体质量的准确性^[9,19-20];同时,产科医师测

量孕妇宫底高度存在个体偏差,对胎儿体质量的预测存在影响,因此,对测量孕妇宫底高度设备应进一步规范标准;孕妇肥胖、羊水过少、胎头深入、胎儿呼吸样运动、子宫收缩及超声医师经验不足等诸多因素均会影响超声对胎儿生长径线的准确测量,而降低胎儿体质量估计的准确性^[21-23]。故在无法控制以上偏倚的情况下,不能将上述指标作为选择分娩方式的绝对指征,且本研究仅覆盖了正常妊娠状态下的巨大儿分娩,利用产科及超声建立正常妊娠兼病理妊娠状态的多指标评估模型还需进一步探讨。

本研究显示,孕妇体质量、胎儿性别、胎儿双顶径、腹围、股骨长、羊水指数、孕妇宫高、腹围差异与胎儿体质量均有相关性,构建新回归方程胎儿体质量 = $100 \times \text{宫高}(\text{cm}) + 120 \times \text{双顶径}(\text{cm}) + 100 \times \text{股骨长}(\text{cm}) + 95 \times \text{胎儿腹围}(\text{cm}) + 105 \times \text{产次}(1 \text{ 或 } 2) - 3.5 \times \text{羊水指数}(\text{cm}) - 5\,000$,诊断符合率 66.300%,高于国内常见的预测胎儿体质量公式。故该公式能够较准确地预测胎儿体质量,对分娩方式的选择有较高的参考价值。

参考文献

- [1] 窦海达,张小凤,柏如海,等.巨大儿发生状况及其影响因素分析[J].西安交通大学学报(医学版),2017,38(6):888-891.
- [2] JU H,CHADHA Y,DONOVAN T,et al. Fetal macrosomia and pregnancy outcomes [J]. Aust N Z J Obstet Gynaecol,2009,49(5):504-509.
- [3] KATO T,INUI Y,NAKAMURA A,et al. Brain fluorodeoxyglucose (FDG) PET in dementia [J]. Ageing Res Rev,2016,30(1):73-84.
- [4] 梁嫒,张为远,李笑天.基于巨大儿发生率的中国孕妇孕期体质量增加的参考范围-多中心横断面研究[J].中华妇产科杂志,2017,52(3):147-152.
- [5] LU Y Y,ZHANG J,LU X R,et al. Secular trends of macrosomia in southeast China,1994-2005 [J]. BMC Public Health,2011,11(1):818-826.
- [6] SPARKS T N,CHENG Y W,MCLAUGHLIN B,et al. Fundal height: a useful screening tool for fetal growth? [J]. J Matern Fetal Neonatal Med,2011,24(5):708-712.
- [7] 漆洪波,郑静.美国妇产科医师学会“巨大儿指南(2016)”要点解读[J].重庆医科大学学报,2017,42(8):925-928.
- [8] 戴小颖.B超测量胎儿生长参数预测巨大儿的方法比较[J].南通大学学报(医学版),2015,35(5):464-466.
- [9] MELAMED N,YOGEV Y,MEIZNER I,et al. Prediction of fetal macrosomia: effect of sonographic fetal weight-estimation model and threshold used [J]. Ultrasound Obstet Gynecol,2011,38(1):74-81.
- [10] PINNEY S E,MESAROS C A,SNYDER N W,et al. Second trimester amniotic fluid bisphenol a concentration is associated with decreased birth weight in term infants [J]. Reprod Toxicol,2016,67(1):1-9.
- [11] SOUKA A P,PAPASTEFANO I,MICHALITSI V,et

- al. Specific formulas improve the estimation of fetal weight by ultrasound scan[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2014, 27(7): 737-742.
- [12] GREGORY K D, HENRY O A, RAMICONE E, et al. Maternal and infant complications in high and normal weight infants by method of delivery[J]. *Obstet Gynecol*, 1998, 92(4): 507-513.
- [13] EL KHOULY N I, ELKELANI O A, SALEH S A. Amniotic fluid index and estimated fetal weight for prediction of fetal macrosomia: a prospective observational study [J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2017, 30(16): 1948-1952.
- [14] 梁嫒, 沈婕, 董欣然, 等. 中国城市人群孕期体重增加及其与新生儿出生体重的关系: 一项多中心横断面研究[J]. *复旦学报(医学版)*, 2016, 43(3): 1672-8467.
- [15] PIKE J I, KRISHNAN A, KALTMAN J, et al. Fetal and neonatal atrial arrhythmias: an association with maternal diabetes and neonatal macrosomia [J]. *Prenat Diagn*, 2013, 33(12): 1152-1157.
- [16] 陈磊, 刘辉, 谢业丽, 等. 753 例再次剖宫产病例的临床分析[J]. *重庆医学*, 2014, 43(25): 3341-3342.
- [17] 奥登, 刘峥, 杨慧霞, 等. 妊娠期糖尿病孕妇妊娠前超重对巨大儿的影响[J]. *中华围产医学杂志*, 2015, 18(4): 285-289.
- [18] 邓毅, 阳华妹, 杨伟丽, 等. 妊娠期糖尿病对新生儿代谢相关指标及预后的影响[J]. *重庆医学*, 2018, 47(13): 1743-1745.
- [19] FOX N S, BHAVSAR V, SALTZMAN D H, et al. Influence of maternal body mass index on the clinical estimation of fetal weight in term pregnancies[J]. *Obstet Gynecol*, 2009, 113(3): 641-645.
- [20] AKSOY H, AKSOY Ü, KARADAG Ö İ, et al. Influence of maternal body mass index on sonographic fetal weight estimation prior to scheduled delivery[J]. *J Obstet Gynaecol Res*, 2015, 41(10): 1556-1561.
- [21] HEER I M, KUMPER C, VOGTLE N, et al. Analysis of factors influencing the ultrasonic fetal weight estimation [J]. *Fetal Diagn Ther*, 2008, 23(3): 204-210.
- [22] FASCHINGBAUER F, RAABE E, HEIMRICH J, et al. Accuracy of sonographic fetal weight estimation: influence of the scan-to-delivery interval in combination with the applied weight estimation formula[J]. *Arch Gynecol Obstet*, 2016, 294(3): 487-493.
- [23] PELEG D, WARSOFF S, WOLF M F, et al. Counseling for fetal macrosomia: an estimated fetal weight of 4 000 g is excessively low[J]. *Amer J Perinatol*, 2014, 32(1): 71-74.

(收稿日期: 2019-01-24 修回日期: 2019-04-16)

(上接第 2380 页)

- [7] KUROWSKI J R, NEDKOFF L, SCHOEN D E, et al. Temporal trends in initial and recurrent lower extremity amputations in people with and without diabetes in western australia from 2000 to 2010 [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2015, 108(2): 280-287.
- [8] 余文珮, 王小静, 李英莎, 等. 载脂蛋白 M 与 2 型糖尿病下肢血管病变的相关性研究[J]. *第三军医大学学报*, 2017, 39(5): 460-465.
- [9] 王俊, 于微, 徐健, 等. 2 型糖尿病患者脂代谢异常情况及血清载脂蛋白含量分析[J]. *卫生研究*, 2016, 45(4): 587-592.
- [10] 高林英, 任文霞, 冯永亮. 2 型糖尿病下肢血管病变的临床流行病学分析[J]. *中华疾病控制杂志*, 2014, 18(4): 308-311.
- [11] 龚辉成, 于锋, 颜永毅, 等. 成人阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征外周血血栓调节蛋白和髓过氧化物酶的检测及其意义[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2016, 30(20): 1643-1646.
- [12] OTANI M, KOGO M, FURUKAWA S H, et al. The adiponectin paralog C1q/TNF-related protein 3 (CTRP3) stimulates testosterone production through the cAMP/PKA signaling pathway[J]. *Cytokine*, 2012, 58(2): 238-244.
- [13] 闻公灵, 温昌明, 张保朝. 辛伐他汀对 2 型糖尿病动脉粥样硬化大鼠血浆 CTRP3、血管内皮生长因子及血脂的影响[J]. *中国老年学*, 2016, 36(21): 5255-5257.
- [14] 林绍慧, 盛净, 马绍骏, 等. CTRP3 对 TGF- β_1 诱导的血管外膜成纤维细胞增殖及 α -SMA 表达的影响[J]. *上海交通大学学报(医学版)*, 2014, 34(3): 274-278.
- [15] VOUDRIS K V, CHANIN J, FELDMAN D N, et al. Novel inflammatory biomarkers in coronary artery disease: potential therapeutic approaches [J]. *Curr Med Chem*, 2015, 22(22): 2680-2689.
- [16] 赵永才, 唐诗玲, 周亚男, 等. 血清可溶性凝集素样氧化低密度脂蛋白受体 1 与老年 2 型糖尿病患者下肢动脉病变的相关性观察 [J]. *中国糖尿病杂志*, 2017, 35(11): 1007-1010.
- [17] YAO Y S, WANG Y B, ZHANG Y B, et al. Klotho ameliorates oxidized low density lipoprotein (ox-LDL)-induced oxidative stress via regulating LOX-1 and PI3K/Akt/eNOS pathways[J]. *Lipids Health Dis*, 2017, 16(1): 77-86.
- [18] BIOCCA S, ARCANGELI T, TAGLIAFERRI E, et al. Simulative and experimental investigation on the cleavage site that generates the soluble human LOX-1 [J]. *Arch Biochem Biophys*, 2013, 540(1): 9-18.

(收稿日期: 2019-01-20 修回日期: 2019-04-12)