

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2017.10.014

文章编号: 1005-8982(2017)10-0071-05

## 孕中期妊娠期糖尿病孕妇血清铁、锌和铁蛋白的变化情况及其与糖代谢指标的相关性\*

张玲<sup>1</sup>, 王丽君<sup>2</sup>

(1. 河南省南阳市中心医院 妇产科, 河南 南阳 473009; 2. 浙江省人民医院 内分泌科 浙江 杭州 310014)

**摘要:目的** 研究孕中期妊娠期糖尿病孕妇血清铁、锌和铁蛋白的变化情况,探讨其与妊娠期糖尿病发病的关系。**方法** 选择 2014 年 1 月-2015 年 12 月该院 24~28 周妊娠期糖尿病孕妇 200 例作为妊娠期糖尿病组,血糖正常孕妇 200 例作为对照组。观察两组孕妇血清铁蛋白、血清铁、血清锌水平及其与糖代谢指标的相关性,比较两组妊娠期铁缺乏、缺铁性贫血及胎儿发育情况。**结果** 妊娠期糖尿病组孕妇空腹血糖( $5.25 \pm 3.21$ ) mmol/L、1 h 血糖( $10.56 \pm 1.73$ ) mmol/L、2 h 血糖( $8.51 \pm 0.87$ ) mmol/L、空腹胰岛素( $13.12 \pm 2.24$ ) mmol/L、糖化血红蛋白(6.97%)、胰岛素抵抗指数(2.98)均高于对照组( $4.29 \pm 1.05$ ) mmol/L、( $8.72 \pm 1.24$ ) mmol/L、( $6.98 \pm 0.82$ ) mmol/L、( $6.46 \pm 1.87$ ) mmol/L、(4.26%)、(1.19)( $P < 0.05$ )。妊娠期糖尿病组胰岛  $\beta$  细胞分泌功能(147.87) 低于对照组(164.50)( $P < 0.05$ )。妊娠期糖尿病组患者血清铁( $27.34 \pm 7.12$ )  $\mu$  mol/L 和铁蛋白( $59.16 \pm 5.78$ ) ng/ml 水平高于对照组( $20.98 \pm 6.01$ )  $\mu$  mol/L 和 ( $40.43 \pm 4.87$ ) ng/ml ( $P < 0.05$ )。妊娠期糖尿病组患者血清锌( $10.59 \pm 2.23$ )  $\mu$  mol/L 水平低于对照组( $14.02 \pm 2.43$ )  $\mu$  mol/L ( $P < 0.05$ )。血清铁蛋白和血清铁与空腹血糖、空腹胰岛素、糖化血红蛋白、胰岛素抵抗指数均呈正相关( $P < 0.05$ )。血清锌和空腹血糖、空腹胰岛素、糖化血红蛋白、胰岛素抵抗指数均呈负相关( $P < 0.05$ )。两组妊娠期铁缺乏、缺铁性贫血的发生率差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。两组胎儿双顶径、股骨长、头围、腹围差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论** 孕中期妊娠期糖尿病孕妇血清铁和铁蛋白水平升高,血清锌水平下降,血清铁、锌、铁蛋白水平与妊娠期糖尿病孕妇的糖代谢指标有相关性,和妊娠期糖尿病的发病有关。

**关键词:** 妊娠期糖尿病;孕中期;铁;锌;铁蛋白

**中图分类号:** R587.1

**文献标识码:** A

## Changes of serum iron, zinc and ferritin in pregnant women with gestational diabetes during second trimester and their correlations with glucose metabolism indices\*

Ling Zhang<sup>1</sup>, Li-jun Wang<sup>2</sup>

(1. Department of Obstetrics and Gynecology, Nanyang Central Hospital, Nanyang, Henan 473009, China; 2. Department of Endocrinology, Zhejiang Provincial People's Hospital, Hangzhou, Zhejiang 310014, China)

**Abstract: Objective** To study the changes of serum iron, zinc and ferritin in pregnant women with gestational diabetes in the second trimester, and to explore their correlations with gestational diabetes. **Methods** Totally 200 cases of pregnant women with gestational diabetes in the 24-28 gestational weeks in our hospital from January 2014 to December 2015 were selected as gestational diabetes group, while 200 pregnant women with normal blood glucose in the same gestational weeks as control group. Serum ferritin, iron and zinc levels and their correlations to sugar metabolism indexes were observed. Pregnancy iron deficiency, iron-deficiency anemia and fetal development were compared between the two groups. **Results** The fasting blood glucose, 1-h glucose, 2-h glucose, fasting insulin,

收稿日期: 2016-09-25

\* 基金项目: 浙江省医药卫生项目(No: 2014KYB027)

glycated hemoglobin, insulin resistance index of the gestational diabetes group were higher than those of the control group ( $P < 0.05$ ). The pancreatic  $\beta$  cell function of the gestational diabetes group was significantly lower than that of the control group ( $P < 0.05$ ). The serum iron and ferritin levels in the gestational diabetes group were higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ), while the serum zinc level was lower than that in the control group ( $P < 0.05$ ). The serum ferritin and iron levels were positively correlated with fasting glucose, fasting insulin, glycated hemoglobin and insulin resistance index ( $P < 0.05$ ). The serum zinc level was negatively correlated to serum fasting glucose, fasting insulin, glycated hemoglobin and insulin resistance index ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in the incidence of pregnancy iron deficiency or iron-deficiency anemia between the two groups ( $P > 0.05$ ). There was no significant difference in the fetal biparietal diameter, femur length, head circumference or abdominal circumference between the two groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusions** During the second trimester of pregnancy, the levels of serum iron and ferritin increase and the level of serum zinc decreases in the pregnant women with gestational diabetes. The levels of serum iron, zinc and ferritin are significantly correlated to the sugar metabolism indexes in pregnant women with gestational diabetes, and to the incidence of gestational diabetes.

**Keywords:** gestational diabetes; the second trimester; iron; zinc; ferritin

妊娠期为了满足孕妇的生理变化及胎儿生长发育需要,铁和锌等微量元素的需要量增加,如果没有及时给予补充将会给母儿带来不良妊娠结局,缺铁可引起贫血、早产、低出生体重儿等不良结局<sup>[1]</sup>;缺锌和妊娠期高血压、流产、胎儿的神经系统异常等有关<sup>[2]</sup>。尤其缺铁是孕期比较常见的现象,为了预防缺铁性贫血及其他并发症的发生,国际营养性贫血咨询小组建议孕期预防性补充铁剂,然而铁元素的过量会引起其他系统疾病的发生。妊娠期糖尿病存在胰岛素抵抗,近年来发现铁、锌等微量元素在胰岛素的合成和代谢过程中发挥重要作用<sup>[3-7]</sup>。妊娠期糖尿病孕妇体内的铁和锌水平是否存在异常?和妊娠期糖尿病的发病是否相关?孕期如何进行铁和锌的补充?本研究对孕中期妊娠期糖尿病孕妇血清铁、锌和铁蛋白的变化情况进行研究,探讨其与妊娠期糖尿病发病的关系,为孕期铁和锌的补充提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

**1.1.1 研究对象** 选择 2014 年 1 月 -2015 年 12 月河南省南阳市中心医院 24 ~ 28 周妊娠期糖尿病孕妇 200 例作为妊娠期糖尿病组,血糖正常孕妇 200 例作为对照组。妊娠期糖尿病组孕妇孕周 ( $25.7 \pm 1.3$ )周,体重( $60.1 \pm 7.2$ )kg,身高( $160.2 \pm 4.2$ )cm,体重指数( $23.23 \pm 2.14$ )kg/m<sup>2</sup>;对照组孕妇孕周( $26.1 \pm 1.1$ )周,体重( $59.6 \pm 6.4$ )kg,身高( $159.7 \pm 3.8$ )cm,体重指数( $24.12 \pm 2.32$ )kg/m<sup>2</sup>。两组之间孕周、体重、身高、体重指数比较差异没有统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。本实验经南阳市中心医院伦理委员会审批。

**1.1.2 妊娠期糖尿病诊断标准** 参照第 8 版《妇产

科学》教材 75 克口服葡萄糖耐量实验(oral glucose tolerance test, OGTT)诊断标准:空腹血糖值 5.1 mmol/L,服 75 克葡萄糖后 1 h 血糖值 10.0 mmol/L,服 75 克葡萄糖后 2 h 血糖值 8.5 mmol/L,任何一个时间点血糖达到或者超过上述血糖标准就诊断为妊娠期糖尿病。

**1.1.3 纳入标准** 所有孕妇进行正规产前检查;均在孕 13 周之前建立孕检卡;孕前及孕 24 ~ 28 周之前产检血糖均正常;孕 24 ~ 28 周进行 75 克 OGTT 实验,妊娠期糖尿病组孕 24 ~ 28 周 75 克 OGTT 实验符合妊娠期糖尿病诊断,对照组孕 24 ~ 28 周 75 克 OGTT 实验结果正常;所有孕妇均单胎;均签署知情同意书;参照第 8 版《妇产科学》<sup>[8]</sup>,两组孕妇在血红蛋白  $< 10^5$  g/L 时补充元素铁(60 ~ 100 mg/d)。

**1.1.4 排除标准** 未进行正规产前检查者;孕前有糖尿病史者;孕 24 ~ 28 周之前血糖异常者;有妊娠期高血压等妊娠期合并症及并发症者;拒绝参与研究者;有代谢障碍或者营养缺乏者等。

### 1.2 方法

**1.2.1 一般资料收集** 收集所有入选对象的身高、体重、孕周等一般资料,测定并记录各研究对象的孕 24 ~ 28 周时的血红蛋白水平、OGTT 实验结果(空腹血糖、1 h 血糖、2 h 血糖)、血清铁、血清锌、血清铁蛋白、糖化血红蛋白、空腹胰岛素水平、胎儿超声指标(包括双顶径、股骨长、腹围)。

**1.2.2 血液标本采集** 所有研究对象抽血前晚 22 点后禁食,抽血当天晨 7 ~ 9 点采集外周静脉血进行化验。

**1.2.3 血液指标检测** 血红蛋白采用电阻抗法测定,血清铁蛋白采用电化学法进行测定,血清铁和血清锌采用原子吸收分光光度法进行测定,OGTT 实

验空腹血糖、1 h 血糖、2 h 血糖采用葡萄糖氧化酶法进行测定,糖化血红蛋白采用化学发光法测定,空腹胰岛素采用酶联免疫吸附法测定。

**1.2.4 计算胰岛  $\beta$  细胞分泌功能和胰岛素抵抗指数** 胰岛  $\beta$  细胞分泌功能 = 空腹胰岛素  $\times 20 /$  (空腹血糖 - 3.5), 胰岛素抵抗指数 = 空腹血糖  $\times$  空腹胰岛素 / 22.5。胰岛  $\beta$  细胞分泌功能值越高表示胰岛素分泌功能越好, 胰岛素抵抗指数越高表示胰岛素抵抗越强。

**1.2.5 胎儿超声指标测量** 由本院超声科经验丰富的超声医生专人测量两组孕妇胎儿的双顶径、股骨长、腹围等指标。

### 1.3 观察指标

观察两组孕妇空腹血糖、空腹胰岛素、糖化血红蛋白、胰岛素抵抗指数、胰岛  $\beta$  细胞分泌功能、铁、锌、铁蛋白、血红蛋白水平;铁蛋白、铁、锌与糖代谢指标的相关性;妊娠期铁缺乏、缺铁性贫血及胎儿超声指标。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS20.0 统计软件进行分析,正态分布数

据两组之间均数比较采用  $t$  检验, 糖化血红蛋白 (%)、胰岛  $\beta$  细胞分泌功能、胰岛素抵抗指数为非正态分布数据,以中位数表示,采用秩和检验,正态分布指标的相关分析采用 Pearson 相关分析,非正态分布指标相关性分析采用 Spearman 秩相关分析,取  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 妊娠期糖尿病组和对照组血糖代谢指标比较

妊娠期糖尿病组孕妇空腹血糖、1 h 血糖、2 h 血糖、空腹胰岛素、糖化血红蛋白、胰岛素抵抗指数均高于对照组 ( $P < 0.05$ ), 妊娠期糖尿病组胰岛  $\beta$  细胞分泌功能低于对照组 ( $P < 0.05$ )。见表 1。

### 2.2 妊娠期糖尿病组和对照组血清铁、锌、铁蛋白和血红蛋白水平

妊娠期糖尿病组患者血清铁和铁蛋白水平高于对照组 ( $P < 0.05$ ), 妊娠期糖尿病组患者血清锌水平低于对照组 ( $P < 0.05$ ), 两组血红蛋白比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 2。

表 1 两组孕妇血糖代谢指标比较 ( $n = 200$ )

组别	空腹血糖 / (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	1 h 血糖 / (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	2 h 血糖 / (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	空腹胰岛素 / (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	糖化血红蛋白 / %	胰岛 $\beta$ 细胞分泌功能	胰岛素抵抗指数
妊娠期糖尿病组	5.25 $\pm$ 3.21	10.56 $\pm$ 1.73	8.51 $\pm$ 0.87	13.12 $\pm$ 2.24	6.97	147.87	2.98
对照组	4.29 $\pm$ 1.05	8.72 $\pm$ 1.24	6.98 $\pm$ 0.82	6.46 $\pm$ 1.87	4.26	164.50	1.19
$t/Z$ 值	16.835	12.187	19.591	6.324	3.878	5.132	11.878
$P$ 值	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000

表 2 两组血清铁、锌、铁蛋白和血红蛋白比较 [ $n = 200, (\bar{x} \pm s)$ ]

组别	铁 / ( $\mu\text{mol/L}$ )	锌 / ( $\mu\text{mol/L}$ )	铁蛋白 / (ng/ml)	血红蛋白 / (g/L)
妊娠期糖尿病组	27.34 $\pm$ 7.12	10.59 $\pm$ 2.23	59.16 $\pm$ 5.78	116.1 $\pm$ 9.0
对照组	20.98 $\pm$ 6.01	14.02 $\pm$ 2.43	40.43 $\pm$ 4.87	113.2 $\pm$ 8.7
$t$ 值	5.143	7.845	16.352	1.735
$P$ 值	0.000	0.000	0.000	0.072

### 2.3 血清铁蛋白和血糖代谢指标的相关性分析

血清铁蛋白和空腹血糖、空腹胰岛素、糖化血红蛋白、胰岛素抵抗指数均呈正相关 ( $P < 0.05$ ), 和胰岛  $\beta$  细胞分泌功能没有相关性 ( $P > 0.05$ )。见表 3。

### 2.4 血清铁和血糖代谢指标的相关性分析

血清铁和空腹血糖、空腹胰岛素、糖化血红蛋白、胰岛素抵抗指数均呈正相关 ( $P < 0.05$ ), 和胰岛  $\beta$  细胞分泌功能没有相关性 ( $P > 0.05$ )。见表 4。

### 2.5 血清锌和血糖代谢指标的相关性分析

血清锌和空腹血糖、空腹胰岛素、糖化血红蛋

表 3 血清铁蛋白和血糖代谢指标的相关性分析

血糖代谢指标	血清铁蛋白	
	$r/r_s$ 值	$P$ 值
空腹血糖	0.638	0.000
1 h 血糖	0.587	0.000
2 h 血糖	0.662	0.000
空腹胰岛素	0.465	0.008
糖化血红蛋白	0.421	0.009
胰岛素抵抗指数	0.387	0.018
胰岛 $\beta$ 细胞分泌功能	-0.214	0.193

白、胰岛素抵抗指数均呈负相关( $P < 0.05$ )。见表 5。

## 2.6 妊娠期糖尿病组和对照组妊娠期铁缺乏、缺铁性贫血、胎儿超声指标比较

表 4 血清铁和血糖代谢指标的相关性分析

血糖代谢指标	血清铁	
	$r/r_s$ 值	$P$ 值
空腹血糖	0.312	0.001
1 h 血糖	0.295	0.006
2 h 血糖	0.337	0.000
空腹胰岛素	0.325	0.003
糖化血红蛋白	0.333	0.009
胰岛素抵抗指数	0.315	0.021
胰岛 $\beta$ 细胞分泌功能	-0.234	0.102

两组妊娠期铁缺乏、缺铁性贫血的发生率差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 两组胎儿双顶径、股骨长、头围、腹围差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 6。

表 5 血清锌和血糖代谢指标的相关性分析

血糖代谢指标	血清锌	
	$r/r_s$ 值	$P$ 值
空腹血糖	-0.324	0.003
1 h 血糖	-0.317	0.005
2 h 血糖	-0.348	0.000
空腹胰岛素	-0.357	0.006
糖化血红蛋白	-0.331	0.010
胰岛素抵抗指数	-0.304	0.028
胰岛 $\beta$ 细胞分泌功能	0.202	0.071

表 6 两组妊娠期铁缺乏、缺铁性贫血、胎儿超声指标比较 ( $n = 200$ )

组别	妊娠期铁缺乏 例(%)	缺铁性贫血 例(%)	双顶径/(mm, $\bar{x} \pm s$ )	股骨长/(mm, $\bar{x} \pm s$ )	腹围/(mm, $\bar{x} \pm s$ )
妊娠期糖尿病组	21(10.5)	2(1.0)	66.21 $\pm$ 3.47	48.46 $\pm$ 2.13	118.25 $\pm$ 11.26
对照组	26(13.0)	4(2.0)	55.78 $\pm$ 3.24	47.59 $\pm$ 2.08	116.21 $\pm$ 10.28
$\chi^2/t$ 值	0.603	0.677	0.673	0.476	0.537
$P$ 值	0.438	0.411	0.886	0.912	0.901

## 3 讨论

妊娠期糖尿病的发病机制多数认为和胰岛素抵抗有关, 胰岛素的相对或绝对不足影响体内微量元素的平衡, 同时微量元素在胰岛素的合成、分泌及代谢过程中发挥重要作用。孕期各种营养元素需要量增加, 铁和锌等微量元素的需要量较非孕时高, 尤其孕期铁缺乏现象比较严重, 由缺铁导致的缺铁性贫血发生率比较高, 缺铁性贫血可导致早产、低出生体重儿等不良妊娠结局的发生<sup>[9]</sup>。本研究对 400 例孕妇均在血红蛋白  $< 10^5$  g/L 时补充元素铁(60~100 mg/d), 孕 24~28 周时, 妊娠期糖尿病组妊娠期铁缺乏及缺铁性贫血的发生率为 10.5% 和 1.0%, 对照组妊娠期铁缺乏及缺铁性贫血的发生率为 13.0% 和 2.0%, 两组妊娠期铁缺乏及缺铁性贫血的发生率均比较低, 且两组之间比较差异无统计学意义, 两组胎儿超声指标显示胎儿发育正常, 两组之间差异也无统计学意义。由此可见, 预防性补充铁剂对于多数孕妇来说是十分有益的, 然而补充铁剂过多, 出现铁超载时, 会引起其他系统疾病的发生。

铁为一种强促氧化剂, 可能会对机体糖代谢造成影响, 已有不少研究发现体内铁储备过多, 发生糖尿病、代谢综合征及妊娠期糖尿病的发生风险增

加<sup>[10-11]</sup>, 血清铁蛋白是体内剩余铁的主要储存方式, 当体内铁过多时, 血清铁蛋白水平升高, 血清铁蛋白升高和糖尿病及妊娠期糖尿病的关系也被一些研究证实<sup>[12-13]</sup>。大家对孕期补锌的重视情况没有补铁高, 但是大量研究也发现了孕期缺锌和妊娠期糖尿病有一定关系<sup>[14-16]</sup>。本研究发现, 妊娠期糖尿病组孕妇 OGTT 空腹血糖、1 h 血糖、2 h 血糖、空腹胰岛素、糖化血红蛋白、胰岛素抵抗指数均高于对照组, 妊娠期糖尿病组胰岛  $\beta$  细胞分泌功能低于对照组。妊娠期糖尿病组患者血清铁和铁蛋白水平高于对照组, 妊娠期糖尿病组患者血清锌水平低于对照组。血清铁蛋白和血清铁与空腹血糖、空腹胰岛素、糖化血红蛋白、胰岛素抵抗指数均呈正相关。血清锌和空腹血糖、空腹胰岛素、糖化血红蛋白、胰岛素抵抗指数均呈负相关。本研究结果和多数研究结果一致, 表明孕中期妊娠期糖尿病孕妇血清铁和铁蛋白水平升高, 血清锌水平下降, 血清铁、锌、铁蛋白与妊娠期糖代谢指标有相关性, 和妊娠期糖尿病的发病有关。生物的生长发育和锌有关, 锌是体内多种酶的组成成分, 锌含量的变化会引起机体一系列的病理生理变化, 缺锌和糖尿病的关系尤其密切, 锌参与碳水化合物的代谢, 协助葡萄糖转运, 和胰岛素的功能关系密

切,锌对胰岛细胞保护发挥重要作用,缺锌能够引起胰岛素抵抗,因此,锌缺乏和糖尿病关系密切。妊娠期锌缺乏引起胎儿胰岛素分泌减少,通过脐带输送给胎儿的血糖无法充分利用,同时缺锌影响胰岛素的活性和胰岛功能,因此锌缺乏是妊娠期糖尿病的诱因之一。血清铁水平的升高和糖尿病的发生关系也比较密切,体内血清铁水平升高具有生物氧化损伤催化剂的作用,使氧自由基升高,对细胞造成损伤,胰岛 $\beta$ 细胞的损伤时外周组织对胰岛素的敏感性下降、胰岛素的分泌不足,从而引起糖尿病的发生。妊娠期间体内存处于低水平的炎症状态,血清铁蛋白的升高和体内的低水平炎症状态有关,妊娠期糖尿病患者体内的炎症因子水平增加,对体内铁元素的代谢造成一定影响,在炎症环境下血清铁蛋白水平也升高,铁蛋白水平升高是妊娠期糖尿病的病因还是妊娠期糖尿病的结果目前尚无法确定,可能两者存在相互影响的关系,铁蛋白水平升高影响胰岛素的合成、分泌和代谢,胰岛素的相对或绝对不足又反过来影响体内铁元素的平衡。

综上所述,孕期应重视血清铁、锌和铁蛋白的监测,对于缺锌孕妇,及时予以补充,预防和降低妊娠期糖尿病的发生;对于所有孕妇是否都需要给予预防性补充铁剂有待进一步探讨,考虑铁不足或铁过剩都将带来不良后果,建议根据孕期血清铁及铁蛋白水平进行个体化处理,对于体内血清铁及铁蛋白水平较高者,不建议常规补充铁剂,以防增加妊娠期糖尿病的发生风险。

#### 参 考 文 献:

- [1] BANJARI I, KENJERIĆ D, MANDIĆ M L. What is the real public health significance of iron deficiency and iron deficiency anaemia in Croatia? A population-based observational study on pregnant women at early pregnancy from Eastern Croatia[J]. *Cent Eur J Public Health*, 2015, 23(2): 122-127.
- [2] MISTRY H D, KURLAK L O, YOUNG S D, et al. Maternal selenium, copper and zinc concentrations in pregnancy associated with small-for-gestational-age infants [J]. *Matern Child Nutr*, 2014, 10(3): 327-334.
- [3] 肖超,顾树程,常春康.铁与糖尿病的关系进展 [J]. *诊断学理论与* 实践, 2014, 13(1): 95-100.
- [4] FU S, LI F, ZHOU J, et al. The relationship between body iron status, iron intake and gestational diabetes: A systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(2): e2383.
- [5] BAO W, CHAVARRO J E, TOBIAS D K, et al. Long-term risk of type 2 diabetes in relation to habitual iron intake in women with a history of gestational diabetes: a prospective cohort study[J]. *Am J Clin Nutr*, 2016, 103(2): 375-381.
- [6] KARAMALI M, HEIDARZADEH Z, SEIFATI S M, et al. Zinc supplementation and the effects on pregnancy outcomes in gestational diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial[J]. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*, 2016, 124(1): 28-33.
- [7] KARAMALI M, HEIDARZADEH Z, SEIFATI S M, et al. Zinc supplementation and the effects on metabolic status in gestational diabetes: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial[J]. *J Diabetes Complications*, 2015, 29(8): 1314-1319.
- [8] 谢幸. 妇产科学[M]. 第8版,北京:人民卫生出版社,2013: 143.
- [9] TANGEDA P R, PATIL S, SHASTRI N, et al. Maternal myocardial performance in second trimester of pregnancy with iron deficiency anaemia[J]. *J Clin Diagn Res*, 2016, 10(3): 16-18.
- [10] 廖益均,石彦波,周志钦,等.铁与2型糖尿病发病的最新进展[J]. *生命科学*, 2012, 24(8): 794-802.
- [11] ZHUANG T, HAN H, YANG Z. Iron, oxidative stress and gestational diabetes[J]. *Nutrients*, 2014, 6(9): 3968-3980.
- [12] JAVADIAN P, ALIMOHAMADI S, GHAREDAAGHI M H, et al. Gestational diabetes mellitus and iron supplement; effects on pregnancy outcome[J]. *Acta Med Iran*, 2014, 52(5): 385-389.
- [13] ZEIN S, RACHIDI S, HININGER-FAVIER I. Is oxidative stress induced by iron status associated with gestational diabetes mellitus[J]. *J Trace Elem Med Biol*, 2014, 28(1): 65-69.
- [14] ROSHANRAVAN N, ALIZADEH M, HEDAYATI M, et al. Effect of zinc supplementation on insulin resistance, energy and macronutrients intakes in pregnant women with impaired glucose tolerance[J]. *Iran J Public Health*, 2015, 44(2): 211-217.
- [15] HAMDAN H Z, ELBASHIR L M, HAMDAN S Z, et al. Zinc and selenium levels in women with gestational diabetes mellitus at Medani Hospital, Sudan[J]. *J Obstet Gynaecol*, 2014, 34(7): 567-570.
- [16] BEHBOUDI-GANDEVANI S, SAFARY K, MOGHADDAM-BANAEM L, et al. The relationship between maternal serum iron and zinc levels and their nutritional intakes in early pregnancy with gestational diabetes[J]. *Biol Trace Elem Res*, 2013, 154(1): 7-13.

(张蕾 编辑)