

孕早期血脂对妊娠期糖尿病影响的前瞻性研究*

刘丹¹, 王玥¹, 李润¹, 代正燕¹, 周容², 刘婧³, 张琚⁴, 曾果^{1△}

1. 四川大学华西公共卫生学院 营养食品卫生与毒理学系(成都 610041); 2. 四川大学华西第二医院 妇产科(成都 610041);
3. 成都市妇女儿童中心医院 临床营养科(成都 610031); 4. 四川省妇幼保健院 保健部(成都 610045)

【摘要】目的 探讨孕早期血脂对妊娠期糖尿病(GDM)发生的影响。**方法** 采用前瞻性队列研究方法,以成都地区 354 例单胎初产健康孕妇为研究对象,通过问卷调查收集其孕前相关信息,通过 24 h 膳食回顾法收集孕早期膳食数据,并运用营养计算器计算孕早期膳食总能量,于孕(12±1)周测定孕妇体质量以及甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)和空腹血糖(FBG)浓度,于孕 24~28 周进行糖耐量筛查(OGTT)试验及诊断 GDM。采用多因素 logistic 回归方法分析孕早期血脂水平对 GDM 发生的影响,采用受试者工作特征曲线(ROC 曲线)分析预测 GDM 的孕早期 TG 临界值。**结果** GDM 组孕早期 TG、TC、LDL-C 水平均高于正常组,差异有统计学意义($P<0.05$),两组孕早期 HDL-C 水平差异无统计学意义($P>0.05$)。控制混杂因素〔妊娠年龄、一级亲属糖尿病家族史、孕前体质量指数(BMI)、孕早期膳食总能量等〕后,多因素 logistic 回归分析显示: TG ≥ 1.59 mmol/L 水平组、TG 1.26~<1.59 mmol/L 水平组 GDM 发生风险分别是 TG<0.94 mmol/L 水平组的 3.86 倍(95%可信区间:1.35~11.08)、2.46 倍(95%可信区间:1.05~6.51),提示孕早期 TG 是 GDM 发生的危险因素。TG 切点值在 1.27 mmol/L 时,ROC 曲线下面积为 0.634(95%可信区间:0.574~0.711),约登指数最大,GDM 筛查的灵敏度和特异度分别为 67.1%、58.2%,提示 1.27 mmol/L 为孕早期 TG 预测 GDM 的临界值。**结论** 孕早期 TG 水平与 GDM 发生密切相关,应加强孕早期血脂监测和控制。

【关键词】 孕妇 血脂 妊娠期糖尿病

Effect of Plasma Lipids on GDM in the First Trimester of Pregnant Women: a Prospective Cohort Study LIU Dan¹, WANG Yue¹, LI Run¹, DAI Zheng-yan¹, ZHOU Rong², LIU Jing³, ZHANG Ju⁴, ZENG Guo^{1△}. 1. Department of Nutrition, Food Hygiene and Toxicology, West China School of Public Health, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Department of Obstetrics and Gynecology, West China Second University Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 3. Department of Clinical Nutrition, Chengdu Women and Children's Central Hospital, Chengdu 610031, China; 4. Department of Health Care, Sichuan Provincial Hospital for Women and Children, Chengdu 610045, China

△ Corresponding author, E-mail: zgmu2007@126.com

【Abstract】Objective To determine the effect of plasma lipids on gestational diabetes mellitus (GDM) of pregnant women in their first trimester. **Methods** 354 healthy singleton primiparas were followed up in three hospitals in Chengdu until delivery. Basic information about pregnancy was collected using a questionnaire. Dietary intake was assessed using 24 h dietary recall at (12±1) weeks of gestation. Their total energy intake in the first trimester was calculated with a nutrition calculator. Blood samples of the participants were also taken at the (12±1) weeks of gestation to determine plasma triglyceride (TG), total cholesterol (TC), high-density lipoproteincholesterol (HDL-C), low-density lipoproteincholesterol (LDL-C), fasting blood-glucose (FBG). 75 g oral glucose tolerance test (OGTT) was conducted at 24-28 weeks of gestation for the diagnosis of GDM. Multiple logistic regression analyses were performed to estimate odds ratio (OR) of risk factors. Receiver operating characteristic (ROC) curves were drawn to determine the optimal operating point (OOP) of TG level for predicting GDM. **Results** Women with GDM had significantly higher levels of plasma TG, TC and LDL-C than those without GDM ($P<0.05$). After adjustment for maternal pre-pregnant BMI and other confounding factors, women with TG ≥ 1.59 mmol/L and 1.26-1.59 mmol/L showed a higher risk of GDM: 3.86-fold [95% confidence interval (CI): 1.35-11.08] and 2.46-fold (95% CI: 1.05-6.51) as compared with those with TG < 0.94 mmol/L, respectively. The OOP was determined at 1.27 mmol/L with high sensitivity and specificity, and area under the curve 0.634 (95% CI: 0.574-0.711). **Conclusion** TG level in the first trimester is associated with GDM. It is important to monitor plasma lipids in pregnant women.

【Key words】 Pregnant women Plasma lipids Gestational diabetes mellitus

* 中国营养学会(No. CNS-2012-002)资助

△ 通讯作者, E-mail: zgmu2007@126.com

妊娠期糖尿病(gestational diabetes mellitus, GDM)是指妊娠期间发生的糖代谢异常,以血糖升高为特征。随着人们生活水平的提高,我国 GDM

发病率呈逐年上升趋势,直接威胁母婴健康。有研究证实,GDM 孕妇脂代谢紊乱较为严重^[1,2],国内外虽有少量研究致力于探讨孕早期血脂对 GDM 发生的影响^[3-6],但各个研究均未控制对 GDM 发生有重要影响的膳食能量^[7,8]和锻炼习惯^[8,9]等混杂因素。因此,本研究采用前瞻性队列研究方法探讨孕早期血脂水平对 GDM 发生的影响,为今后孕期营养干预和临床指导提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

以 2013 年 3 月至 2014 年 4 月 3 所成都市妇幼保健机构产前门诊首次产检孕妇作为研究对象。纳入标准:孕 6~12 周,妊娠年龄≥18 岁,单胎,初产。排除标准:未计划在该医院生产,首次产检孕周>13 周,妊娠年龄<18 岁或妊娠年龄≥45 岁,孕前即患有糖尿病、高血压、甲状腺疾病等。本次研究共纳入 389 例孕妇,排除数据不全、失访孕妇,最终有效样本为 354 例。本研究已通过伦理委员会审查,所有研究对象均签署知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 问卷调查及人体学测量 采用自行设计问卷于首次产前检查时面对面访谈收集孕妇孕前身高、体质量、一级亲属糖尿病家族史、孕早期锻炼习惯等信息,采用 24 h 膳食回顾问卷于孕早期〔孕(12±1)周〕调查孕妇前 1 d 膳食,采用标准餐具法定量,采用中国疾病预防控制中心(CDC)营养与食品安全所设计的营养计算器(V2.70.08)分析孕妇孕早期膳食总能量。随机选取 20 例孕妇进行预调查,并与称重法比较,评价问卷信度和效度,结果分别为 0.712 和 0.687,说明采用标准餐具法定量的 24 h 膳食回顾法具有较好的稳定性和准确性。并于孕中期〔孕(24±1)周〕测量孕妇体质量,计算孕前体质量指数(BMI)和孕早中期增重。孕早中期增重=孕中期体质量-孕前体质量。

1.2.2 生化指标检测

1.2.2.1 血脂检测及分组 采用贝克曼 AU2700 全自动生化分析仪,在孕早期〔孕(12±1)周〕测定孕妇血中甘油三脂(triglyceride, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoproteincholesterol, HDL-C)和低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)浓度。TG 和 TC 采用氧化酶法,HDL-C 采用变构酶法,LDL-C 采用选择抑制法。血脂测定要求依据中华医学会检验分会血脂专家委员会出版的《关于临床血脂测定的建议》^[10]。在采用多因素 logistic 回归分析血脂与 GDM 发生的关系时,血脂水平按照四分位数法将被调查者分为 4 组。

1.2.2.2 空腹血糖、糖耐量检测 所有孕妇在孕早期〔孕(12±1)周〕空腹抽取静脉血采用葡萄糖化酶法测定空腹血糖(fasting blood-glucose, FBG)值。于孕 24~28 周进行糖耐量筛查(OGTT)试验及诊断 GDM。GDM 诊断标准参考中华医学会妇产科学分会产科学组与中华医学会围产医学分会妊娠合并糖尿病协作组共同制定的《妊娠合并糖尿病防治指南(2014)》^[11]。

1.3 统计学方法

原始数据逻辑查错后,采用 EpiData 3.02 建立数据库并双人双录入。定量资料符合正态分布,采用 $\bar{x}\pm s$ 描述,定性资料用例数、百分比描述。GDM 组与非 GDM 组各指标的比较采用 *t* 检验或卡方检验,血脂与 GDM 发生关系研究采用多因素 logistic 回归分析,采用受试者工作特征曲线(ROC 曲线)分析预测 GDM 的孕早期 TG 临界值。 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 调查对象基本信息

本研究最终有效样本为 354 例,其中 GDM 组 85 例,非 GDM 组 269 例。由表 1 可见,GDM 组孕妇妊娠年龄、孕前 BMI、孕早中期增重、孕早期 FBG 以及有一级亲属糖尿病家族史者均高于非 GDM

表 1 调查对象基本信息
Table 1 Demographic and clinical characteristics of participants

	GDM (<i>n</i> =85)	Non-GDM (<i>n</i> =269)	<i>t</i> or χ^2	<i>P</i>
Gestational age (yr., $\bar{x}\pm s$)	30.71±4.33	29.20±4.05	-2.92	0.004
Pre-pregnant BMI (kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	21.30±2.51	20.15±6.36	-3.69	0.001
Body mass gain in the first and second trimesters (kg, $\bar{x}\pm s$)	12.25±5.89	10.62±2.79	-2.15	0.033
Total energy intake in the first trimester (kcal, $\bar{x}\pm s$)	1 841.30±667.22	1 749.20±630.01	-1.09	0.277
FBG in the first trimester (mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	4.75±0.45	4.55±0.35	-4.20	0.001
First degree family history of type 2 diabetes [case (%)]	17 (20.00)	30 (11.15)	4.35	0.037
Exercise custom in the first trimester [case (%)]	19 (22.35)	65 (24.16)	0.10	0.754

BMI: Body mass index

组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。GDM 组孕妇孕早期膳食总能量高于非 GDM 组,有锻炼习惯者低于非 GDM 组,但差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.2 GDM 及非 GDM 孕妇孕早期血脂水平比较

表 2 显示,GDM 组孕妇孕早期 TG、TC、LDL-C 水平均高于非 GDM 组($P<0.05$),两组孕早期 HDL-C 水平差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.3 GDM 危险因素的多因素 logistic 回归分析

以是否发生 GDM 为因变量,以孕早期 4 项血脂水平为自变量,控制混杂因素〔一级亲属糖尿病家族史(有,无)、孕前 BMI($<18.5\text{ kg/m}^2$, $18.5\sim23.9\text{ kg/m}^2$, $\geq24\text{ kg/m}^2$)、孕早期锻炼习惯(有,无)、孕早期膳食总能量、孕早期空腹血糖、妊娠年龄及孕早中期增重〕后,结果显示: TG $\geq1.59\text{ mmol/L}$ 水平组和 TG

为 $1.26\sim<1.59\text{ mmol/L}$ 水平组 GDM 发生风险分别是 TG $<0.94\text{ mmol/L}$ 水平组的 3.86 倍(95%可信区间: $1.35\sim11.08$)和 2.46 倍(95%可信区间: $1.05\sim6.51$),仅孕早期 TG 是 GDM 发生的危险因素。见表 3。

2.4 孕早期 TG 不同切点对 GDM 的预测作用

表 2 GDM 组及非 GDM 组孕妇孕早期血脂水平(mmol/L)
Table 2 Plasma lipid level of participants with and without GDM (mmol/L)

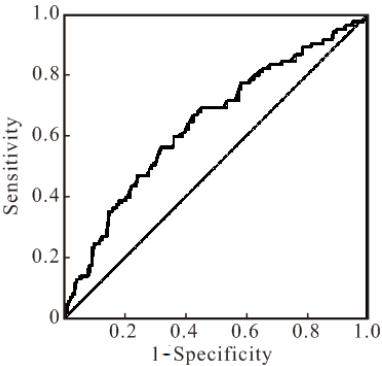
	GDM (n=85)	Non-GDM (n=269)	t	P
TG	1.58±0.74	1.28±0.60	-3.46	0.001
TC	4.59±0.77	4.31±0.77	-2.92	0.004
LDL-C	2.19±0.59	2.03±0.52	-2.42	0.016
HDL-C	1.86±0.39	1.86±0.38	0.32	0.974

表 3 血脂对 GDM 影响的多因素 logistic 回归分析结果
Table 3 Logistic regression analysis of the effect of plasma lipids on GDM

	β	SE	Wald	P	OR	95%CI
TG (mmol/L)						
<0.94	—	—	—	—	1.00	ref
0.94-<1.26	0.05	0.55	0.01	0.924	1.05	0.36-3.07
1.26-<1.59	0.90	0.50	3.09	0.041	2.46	1.05-6.51
≥1.59	1.35	0.54	6.32	0.012	3.86	1.35-11.08
TC (mmol/L)						
<3.88	—	—	—	—	1.00	ref
3.88-<4.37	-0.50	0.55	0.82	0.365	0.61	0.21-1.79
4.37-<4.81	-0.56	0.62	0.83	0.362	0.57	0.17-1.91
≥4.81	-0.48	0.82	0.35	0.553	0.62	0.13-3.05
LDL-C (mmol/L)						
<1.71	—	—	—	—	1.00	ref
1.71-<2.03	0.05	0.57	0.01	0.933	1.05	0.34-3.20
2.03-<2.37	1.02	0.61	2.83	0.093	2.78	0.84-9.15
≥2.37	1.31	0.71	3.42	0.065	3.71	0.92-14.92
HDL-C (mmol/L)						
<1.58	—	—	—	—	1.00	ref
1.58-<1.84	-0.13	0.50	0.06	0.803	0.88	0.33-2.37
1.84-<2.10	-0.27	0.56	0.23	0.630	0.76	0.25-2.30
≥2.10	0.18	0.65	0.07	0.789	1.19	0.33-4.29

β : Partial regression coefficient; SE: Standard error; OR: Odds ratio; CI: Confidence interval

见附图。对 354 例孕妇 GDM 筛查的 TG 值绘



附图 TG 预测 GDM 的 ROC 曲线

Fig ROC curve of TG for predicting GDM

制 ROC 曲线,取约登指数最大时对应的 TG 值作为预测 GDM 的临界值。结果(表 4)显示 TG 的切点值在 1.27 mmol/L 时,约登指数为 0.253,ROC 曲线下面积为 0.634(95%可信区间: $0.574\sim0.711$)。此切点下,GDM 筛查的灵敏度和特异度分别为

表 4 不同孕早期 TG 切点对 GDM 的预测性
Table 4 Predictive value of TG level in diagnosing GDM

TG (mmol/L)	Incidence of GDM (%)	Sensitivity (%)	Specificity (%)
0.75	24.9	91.8	13.0
1.01	28.5	82.4	34.6
1.27	32.6	67.1	58.2
1.53	38.1	47.1	75.8
1.79	37.7	27.1	86.0

67.1%、58.2%。

3 讨论

有研究证实 GDM 对孕妇和胎儿会造成不同程度的影响^[12,13],meta 分析显示 GDM 孕妇产后患 2 型糖尿病的风险显著高于健康孕妇^[14]。国内外虽有少量研究致力于探讨孕早期血脂对 GDM 发生的影响^[3-6],但尚无定论。本研究采用四分位数法将孕妇血脂分为 4 个水平组,探讨孕早期不同血脂水平与 GDM 发生的相关性,为制定孕期血脂适宜参考范围提供依据。

本研究结果显示,GDM 组与非 GDM 组孕妇的孕早期血脂水平存在差异,其中 GDM 组孕妇孕早期 TG、TC、LDL-C 水平均高于正常孕妇,两组 HDL-C 水平相当。该结果与 Li 等^[5]、Savvidou 等^[15]研究结果类似,但他们还发现 GDM 组孕妇孕早期 HDL-C 水平低于正常孕妇。王爽等^[6]研究仅发现 GDM 组孕妇孕早期 TG 水平高于非 GDM 组孕妇。以上研究均提示孕早期血脂与 GDM 发生有相关性,通过查阅文献^[6,8,16],孕妇妊娠年龄、孕前 BMI、一级亲属糖尿病家族史、孕早期空腹血糖、孕早中期增重等均会影响 GDM 的发生,控制可能混杂因素后,进一步分析发现, TG ≥ 1.59 mmol/L 组和 TG $1.26 \sim < 1.59$ mmol/L 组的 GDM 发生风险分别是 TG < 0.94 mmol/L 组的 3.86 倍和 2.46 倍,提示孕早期高水平 TG 是 GDM 发生的危险因素,该结果与 Enquobahrie 等^[4]、Li 等^[5]和王爽等^[6]研究结果一致。Savvidou 等^[15]和 Li 等^[5]研究还发现孕早期 HDL-C 水平较高是 GDM 发生的保护因素,本研究进一步分析后,尚未发现其它 3 项血脂水平与 GDM 发生相关。同时,近年来相关研究均未控制与 GDM 发生相关性较强的膳食总能量^[7,8]和锻炼习惯^[8,9]等因素,本研究首次将孕早期膳食总能量和孕早期锻炼习惯纳入混杂因素进行控制,消除了孕妇饮食和运动上的差异对 GDM 发生影响的干扰。孕早期 TG 的升高与 GDM 的发生有较强的相关性,需给予孕妇孕早期血脂更多关注和控制。

国内黄旭珊等^[17]研究提示,正常孕妇 TG 水平自孕早期开始发生变化,并逐渐高于非孕期水平,且随孕周增加而逐渐增加,直至孕晚期。目前临床上仍沿用《中国成人血脂异常防治指南(2007)》^[18]作为判断孕妇血脂异常的标准,其结果缺乏合理性和特异性,无法真实反映妊娠期妇女脂代谢状况,给临

床营养指导带来阻碍。因此,本研究除探讨了孕早期 4 项血脂指标与 GDM 发生关系外,还将 ROC 曲线应用于预测 GDM 的孕早期 TG 临界值研究中,初探预测 GDM 的孕早期 TG 临界值。本研究结果显示,当孕早期 TG 的切点值在 1.27 mmol/L 时,GDM 筛查的灵敏度和特异度分别为 67.1%、58.2%,其约登指数最高,GDM 的发生率为 32.6%,ROC 曲线下面积为 0.634,说明孕早期 TG 水平为 1.27 mmol/L 是预测 GDM 的临界值,孕(12 $\pm$ 1)周 TG 水平高于 1.27 mmol/L 即易发展为 GDM。本研究切点值低于中国正常成人血脂异常防治标准的 TG 水平。黄旭珊等^[17]学者发现血清 TG 在孕期呈逐渐升高的趋势,同时,也有研究提示孕早期 TG 水平的升高与子痫前期、大于胎龄儿、诱发性早产的发生密切相关^[19]。针对孕妇群体的特殊性,本研究提示应更加关注孕妇孕早期 TG 水平。当孕早期 TG 水平高于 1.27 mmol/L 时,同时结合其他指标,对高危孕妇从饮食等多方面进行干预,降低 GDM 的发生风险。

本研究和其他学者研究^[4-6]均发现孕早期 TG 影响 GDM 发生,但目前关于孕早期 TG 影响 GDM 发生的机制尚未阐明,有学者认为可能机制包括:① TG 水平与低密度脂蛋白粒子大小呈负相关^[20],较小的低密度脂蛋白粒子更易发生氧化^[21],继而导致胰腺 β 细胞功能紊乱和抑制胰岛素基因表达^[22];② 体内尤其是骨骼肌过高的 TG 储存会增加胰岛素抵抗^[23]。这尚需更多基础性研究证实。

综上,孕早期 TG 水平会影响 GDM 的发生,建议在孕早期即关注血脂代谢,尽早进行干预和管理,以预防妊娠不良结局的发生。但是,本研究中 ROC 曲线下面积较低,其诊断准确性有待考证,需结合其它指标进一步研究。

参 考 文 献

- 1 何 冰,李书琴,王 伟等.妊娠期糖尿病患者妊娠晚期血脂水平变化与新生儿出生体质量的关系.中华妇产科杂志,2004;39(10):675-677.
- 2 Bower JF, Hadi H, Barakat HA. Plasma lipoprotein subpopulation distribution in Caucasian and African-American women with gestational diabetes. Diabetes care, 2001;24(1):169-171.
- 3 Emet T, Ustuner I, Guven SG, *et al.* Plasma lipids and lipoproteins during pregnancy and related pregnancy outcomes. Arch Gynecol Obstet, 2013;288(1):49-55. (下转第 72 页)

本研究首次从膳食种类及营养素摄入的角度分析高尿酸血症的影响因素,以指导人群日常膳食,从而降低高尿酸血症的发生风险;同时从一般人群及住院人群分析高尿酸血症的影响因素,使结论更具指导意义。住院组调查对象多为慢性疾病患者,作为高危人群,长期治疗过程中接受降低血尿酸的药物及行为干预,并改变自身生活方式及膳食结构,使高尿酸血症检出率降低。这提示住院患者降低血尿酸相关干预是可行的,建议促进非住院人群血尿酸检测与降低相关策略的实施。

参 考 文 献

- Karis E, Crittenden DB, Pillinger MH. Hyperuricemia, gout, and related comorbidities: cause and effect on a two-way street. *South Med J*, 2014;107(4):235-241.
 - Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive summary of the Third report of the national cholesterol education program (NCEP) Expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 2001;285(19):2486-2497.
 - Chen JH, Yeh WT, Chuang SY, *et al*. Gender-specific risk factors for incident gout: a prospective cohort study. *Clin Rheumatol*, 2012;31(2):239-245.
 - Ye X, Cao Y, Gao F, *et al*. Elevated serum uric acid levels are independent risk factors for diabetic foot ulcer in female Chinese patients with type 2 diabetes. *J Diabetes*, 2014;6(1):42-47.
 - 中国医师协会心血管内科医师分会, 中国医师协会循证医学专业委员会. 无症状高尿酸血症合并心血管疾病诊治建议中国专家共识. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2010;2(3):49-55.
 - 葛均波, 徐永健, 梅长林等. 内科学. 北京: 人民卫生出版社, 2013:741-765.
 - 丁丽丽, 姚 华, 姚文海等. 不同年龄男性高尿酸血症危险因素分析. *临床内科杂志*, 2005;22(7):474-476.
 - Yuan HJ, Yang XG, Shi XY, *et al*. Association of serum uric acid with different levels of glucose and related factors. *Chin Med J (Engl)*, 2011;124(10):1443-1448.
 - Karalis DG. Intensive lowering of low-density lipoprotein cholesterol levels for primary prevention of coronary artery disease. *Mayo Clin Proc*, 2009;84(4):345-352.
 - Assmann G, Cullen P, Erbey J, *et al*. Plasma sitosterol elevations are associated with an increased incidence of coronary events in men: results of a nested case-control analysis of the prospective cardiovascular minster (PR (X; AM) study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2006;16(1):13-21.
 - 蔡东联. 实用营养学. 北京: 人民卫生出版社, 2005:426-428.
 - 黄承钰. 疾病营养治疗. 成都: 四川大学出版社, 2006:321-323.
 - Kedar E, Simkin PA. A perspective on diet and gout. *Adv Chronic Kidney Dis*, 2012;19(6):392-397.
- (2015-03-02 收稿, 2015-08-23 修回)
编辑 汤 洁
- ~~~~~
- (上接第 67 页)
- Enquobahrie DA, Williams MA, Qiu C, *et al*. Early pregnancy lipid concentrations and the risk of gestational diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract*, 2005;70(2):134-142.
 - Li G, Kong L, Zhang L, *et al*. Early pregnancy maternal lipid profiles and the risk of gestational diabetes mellitus stratified for body mass index. *Reproduct Sci*, 2015;22(6):712-717.
 - 王 爽, 杨慧霞. 妊娠期糖尿病发病的危险因素分析. *中华妇产科杂志*, 2014;49(5):321-324.
 - 蔡李倩, 范岩峰, 许榕仙. 膳食营养成分及体重增长对妊娠期糖尿病发病的影响. *中国妇幼保健*, 2013;28(33):5517-5520.
 - Facchinetti F, Dante G, Petrella E, *et al*. Dietary interventions, lifestyle changes, and dietary supplements in preventing gestational diabetes mellitus: a literature review. *Obstet Gynecol Survey*, 2014;69(11): 669-680.
 - Oken E, Ning Y, Rifas-Shiman SL, *et al*. Associations of physical activity and inactivity before and during pregnancy with glucose tolerance. *Obstet Gynecol*, 2006;108(5): 1200.
 - 鄢盛恺, 周 新, 范 侠等. 关于临床血脂测定的建议. *中华检验医学杂志*, 2003;26(3):182-184.
 - 杨慧霞, 徐先明, 王子莲等. 妊娠合并糖尿病诊治指南(2014). *中华妇产科杂志*, 2014;49(8):561-568.
 - 王 娇, 许榕仙, 张雪芹等. 妊娠期糖代谢异常对妊娠结局影响. *中国公共卫生*, 2012;28(11):1400-1402.
 - 梁西岚, 孔敏莉, 侯春阳等. 妊娠期糖尿病对母婴影响的临床研究. *河北医学*, 2011;17(8):1082-1084.
 - Bellamy L, Casas JP, Hingorani AD, *et al*. Type 2 diabetes mellitus after gestational diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*, 2009;373(9677):1773-1779.
 - Savvidou M, Nelson SM, Makgoba M, *et al*. First-trimester prediction of gestational diabetes mellitus: examining the potential of combining maternal characteristics and laboratory measures. *Diabetes*, 2010;59(12):3017-3022.
 - 景小凡, 乔 蓉, 李 鸣等. 妊娠期糖尿病危险度评价模型初步研究. *四川大学学报(医学版)*, 2011;42(3):353-357.
 - 黄旭珊, 匡芳梅. 正常妊娠妇女血脂水平分析和临床意义. *社区医学杂志*, 2009;7(17):31-32.
 - 诸俊仁. 中国成人血脂异常防治指南. *中华心血管病杂志*, 2007;35(5):390-419.
 - Vrijkotte TG, Krukziener N, Hutten BA, *et al*. Maternal lipid profile during early pregnancy and pregnancy complications and outcomes: the ABCD study. *J Clin Endocrinol Metabol*, 2012;97(11):3917-3925.
 - De Graaf J, Hak-Lemmers HL, Hectors MP, *et al*. Enhanced susceptibility to *in vitro* oxidation of the dense low density lipoprotein sub-fraction in healthy subjects. *Arterioscl Throm Vas*, 1991;11(2):298-306.
 - Hurt-Camejo E, Camejo G, Rosengren B, *et al*. Effect of arterial proteoglycans and glycosaminoglycans on low density lipoprotein oxidation and its uptake by human macrophages and arterial smooth muscle cells. *Arterioscl Throm Vas*, 1992;12(5):569-583.
 - Kajimoto Y, Kaneto H. Role of oxidative stress in pancreatic β -cell dysfunction. *Ann New York Acad Sci*, 2004;1011(1): 168-176.
 - Kelley DE, Goodpaster BH. Skeletal muscle triglyceride. An aspect of regional adiposity and insulin resistance. *Diabetes Care*, 2001;24(5):933-941.
- (2015-05-12 收稿, 2015-10-10 修回)
编辑 沈 进