

妊娠糖尿病预测模型的建立与评价

方红霞, 魏金彩, 李红杰, 赵红丽, 常辉

河南省禹州市人民医院, 禹州 461670

摘要:目的 基于临床常规指标建立妊娠糖尿病(GDM)风险评估模型,以便更加有效地防治 GDM。方法 前瞻性纳入 2016 年 12 月—2018 年 8 月在禹州市人民医院建卡的 1 765 例孕妇,收集年龄、孕前体重指数(BMI)、孕期增重、产次、不良孕产史、糖尿病(DM)家族史、血脂和孕早期空腹血糖(FPG)水平等资料,以是否发生 GDM 分为 GDM 组(157 例)和非 GDM 组(1 608 例),行单因素和多因素分析,建立风险预测模型。**结果** ①单因素分析显示:GDM 组和非 GDM 组在年龄、孕前 BMI、孕期增重、产次、DM 家族史构成比和三酰甘油(TG)、孕早期 FPG 水平上存在差异($P < 0.05$)。②多因素 Logistic 回归分析显示:年龄、孕前体重、孕期增重、TG 和孕早期 FPG 是预测 GDM 的独立指标($P < 0.05$)。预测模型: $P_{\text{GDM}} = 1 / \{1 + \text{EXP}[-(-8.892 + 0.203 \times \text{年龄}(25 \sim 34 \text{ 岁}) + 1.085 \times \text{年龄} \geq 35 \text{ 岁} - 0.810 \times \text{孕前偏瘦} + 0.992 \times \text{孕前超重} + 1.938 \times \text{孕前肥胖} - 0.740 \times \text{孕期增重偏低} + 1.169 \times \text{孕期增重超标} + 0.643 \times \text{TG} + 0.906 \times \text{FPG})]\}$ 。③模型预测 GDM 的受试者工作特征曲线下面积(AUC) = 0.824 (95% CI: 0.793 ~ 0.856),与随机面积 0.5 比较, $P = 0.000$,以预报概率 0.532(约登指数最大)作为切割点,模型预测 GDM 的灵敏度、特异度和一致率分别为 0.733、0.796 和 79.04%;当预报概率为 0.5 时,灵敏度、特异度和一致率分别为 0.814、0.656 和 67.08%。**结论** 以母体年龄、孕前 BMI、孕期增重、TG 和孕早期 FPG 建立的风险预测模型可为 GDM 的早期预警提供参考。

关键词:妊娠糖尿病;因素;预测;Logistic 回归

DOI:10.19757/j.cnki.issn1674-7763.2020.03.003

Establishment and valuation of predictive model for gestational diabetes mellitus

FANG Hong Xia, WEI Jin Cai, LI Hong Jie, ZHAO Hong Li, CHANG Hui

Yuzhou People's Hospital, Yuzhou 461670, Henan Province, China

Abstract: Objective To establish risk assessment model for gestational diabetes mellitus(GDM) based on conventional clinical index, in order to effectively prevent and control GDM. **Methods** This prospective study was conducted in 1 765 pregnant woman who were registered in Yuzhou People's Hospital from December 2016 to August 2018. The age, pre-pregnancy body mass index(BMI), gestational weight gain, parity, bad history of pregnancy and childbirth, family history of diabetes, plasma lipids, fasting plasma glucose(FPG) of the participants during the first trimester were collected. According to whether or not GDM, the pregnant women were divided into GDM group($n = 157$) and non-GDM group($n = 1 608$). The above-mentioned index were compared between two groups with univariate and multivariate analyses. A risk prediction model of GDM was established. **Results** ① Univariate analysis indicated that the age, pre-pregnancy BMI, gestational weight gain, parity, family history of diabetes, triglyceride(TG), FPG during the first trimester had statistical difference between GDM group and non-GDM group. ② Multiple logistic regression analysis showed that age, pre-pregnancy BMI, gestational weight gain, TG, FPG during the first trimester were the independent prediction index of GDM ($P < 0.05$). Prediction model was as follows: $P_{\text{GDM}} = 1 / \{1 + \text{EXP}[-(-8.892 + 0.203 \times \text{age}(25 - 34 \text{ years}) + 1.085 \times \text{age} \geq 35 \text{ years} - 0.810 \times \text{pre-pregnancy lean} + 0.992 \times \text{pre-pregnancy over weight} + 1.938 \times \text{pre-pregnancy obesity} - 0.740 \times \text{insufficient gestational weight gain} + 1.169 \times \text{excessive gestational weight gain} + 0.643 \times \text{TG} + 0.906 \times \text{FPG})]\}$. ③ The area under the receiver operating characteristic(ROC) curve of mode which were used to predict GDM was 0.824(95% CI: 0.793-0.856). Compared with the random area(0.5), there was statistical difference ($P = 0.000$). The cut off point for prediction probability was 0.532(Youden's index was the biggest), and the sensibility, specificity and accuracy of mode for GDM was 0.733, 0.796 and 79.04%, respectively. When the cut off point was 0.5, the sensibility, specificity and accuracy was 0.814, 0.656 and 67.08%, respectively. **Conclusion** The risk prediction model

通信作者:方红霞

收稿日期:2019-07-31

based on the factors such as age, pre-pregnancy BMI, gestational weight gain, TG, and FPG during the first trimester can provide reference for early warning of GDM.

Key words: gestational diabetes mellitus (GDM); factor; prediction; logistic regression

全球妊娠糖尿病 (gestational diabetes mellitus, GDM) 高发, 患病率为 17.8%^[1], 国内报道的患病率为 6.4%^[2]、19.7%^[3], GDM 孕妇增加了围生儿死亡、巨大儿、肩难产、早产、剖宫产、新生儿低血糖的风险, GDM 孕妇产后有 17%~63% 发展为 2 型糖尿病 (type 2 diabetes mellitus, T2DM)^[4], 且其后代生命早期发生肥胖、DM、心血管疾病 (cardiovascular diseases, CVD)、代谢综合征的潜在风险增加。我国人口基数大, GDM 对母、子两代的远期健康状况影响深远。GDM 的诊断通常是在孕 24~28 周时行糖耐量检查, 但诊断较晚, 干预时间短, 如能明确 GDM 发病高危因素, 建立 GDM 预警模型可为 GDM 高危孕妇的早期筛查, 监测干预和规范管理提供理论依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

资料来源于 2016 年 12 月—2018 年 8 月在禹州市人民医院孕期保健建卡的孕妇 1 765 例, 孕 12~22 周, 年龄 19~42 岁。排除糖尿病合并妊娠, 孕前糖耐量异常、高血压、甲状腺疾病等。

1.2 GDM 诊断标准

孕 24~28 周行口服葡萄糖耐量实验 (oral glucose tolerance, OGTT), 禁食 12 h 于次日 8~9 时口服 75 g 葡萄糖液体 300 mL, 分别于服前、服后 1 h、2 h 抽取静脉血检测血糖。空腹血糖 (FPG) ≥ 5.1 mmol/L, 1 h 血糖 (1 h PG) ≥ 10.0 mmol/L, 2 h 血糖 (2 h PG) ≥ 8.5 mmol/L, 具备以上 1 个标准即诊断为 GDM^[5-6]。本资料 157 例孕妇确诊为 GDM (GDM 组), 1 608 例未发生 GDM (非 GDM 组)。

1.3 分析指标

1.3.1 一般特征 孕妇年龄、学历、身高、体重、孕前体重指数 (BMI)、孕期增重、产次、不良孕产史、胎数、DM 家族史。

1.3.2 实验室指标 建卡时的 FPG, 总胆固醇 (TC)、三酰甘油 (TG)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C) 和低密度脂蛋白胆固醇 (LDH-C)。

1.4 相关概念定义

孕前 BMI < 18.5 kg/m² 为体型偏瘦, 18.5 ~

23.9 kg/m² 为体重正常, 24~27.9 kg/m² 为超重, ≥ 28 kg/m² 为肥胖^[7]。孕期增重: 鉴于整个孕期增重只有到分娩前才能得出, 临床应用有一定局限性。本研究以吕俊菊等^[8]研制的孕期周体重百分位曲线作为衡量孕期增重指标, 可以及时发现孕期体重的变化情况, 体重在第 25 百分位~第 75 百分位 (P₂₅~P₇₅) 范围为孕期增重适宜, $< P_{25}$ 为孕期增重偏低, $> P_{75}$ 为孕期增重超标^[9]。

1.5 统计学方法

分类资料描述频数, 组间比较采用泊松卡方 (pearson chi-square) 检验。计量资料以均值和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 描述, 组间比较采用随机样本 *t* 检验。将单因素分析中 $P < 0.10$ 的因素在进入 (entry) 标准为 0.1、剔除 (removal) 标准为 0.15 水准上, 进行二分类 Logistic 回归, 筛选独立预测因素, 以此建立预测模型。采用受试者工作特征曲线 (ROC) 评价模型预测效能。统计软件为 SPSS 19.0。

2 结果

2.1 GDM 组和非 GDM 组临床资料比较

GDM 组和非 GDM 组在年龄、孕前 BMI、孕期增重、产次、DM 家族史占比和 TG、孕早期 FPG 水平方面差异存在统计学意义 ($P < 0.05$), 而两组的不良孕产史、胎数、学历、TC、LDL-C、HDL-C 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 预测模型的建立

根据单因素分析结果, 将可能影响 GDM 发生的因素 ($P < 0.10$) 进行多因素二分类 Logistic 回归分析, 其中年龄、孕前 BMI、孕期增重、不良孕产史、产次和 DM 家族史、学历设置为哑变量, TG、LDL-C、FPG 为连续变量。满足条件 (entry = 0.10, removal = 0.15) 逐步前进法 (forward stepwise) 回归, 预测 GDM 发生的强相关因素是: 母体年龄、孕前 BMI、孕期增重、TG 和孕早期 FPG ($P < 0.05$)。建立 Logistic 回归模型: $P_{\text{GDM}} = 1 / \{1 + \text{EXP}[-(-8.892 + 0.203 \times \text{年龄} (25 \sim 34 \text{ 岁}) + 1.085 \times \text{年龄} \geq 35 \text{ 岁} - 0.810 \times \text{孕前偏瘦} + 0.992 \times \text{孕前超重} + 1.938 \times \text{孕前肥胖} - 0.740 \times \text{孕期增重偏低} + 1.169 \times \text{孕期增重超标} + 0.643 \times \text{TG} + 0.906 \times \text{FPG})]\}$ 。见表 2。

表 1 妊娠糖尿病(GDM 组,157 例)和非 GDM 组(1 608 例)临床资料比较

临床资料		GDM 组	非 GDM 组	χ^2/t 值	P 值
年龄(岁)	<25	6	124	18.790	0.000
	25~34	119	1 327		
	≥35	32	157		
孕前 BMI(n)	偏瘦	8	125	59.097	0.000
	正常	96	1 284		
	超重	31	140		
	肥胖	22	59		
孕期增重(n)	偏低	7	87	38.380	0.000
	适宜	112	1 382		
	超标	38	139		
不良孕产史(n)	有	31	257	1.483	0.223
	无	126	1 351		
产次(n)	初产妇	73	896	4.916	0.027
	经产妇	84	712		
胎数(n)	单胎	153	1 578	0.352	0.553
	双胎	4	30		
DM 家族史(n)	有	25	161	5.301	0.021
	无	132	1 447		
学历(n)	≤高中	45	352	4.650	0.098
	高职高专	84	887		
	≥本科	28	369		
TG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)		3.13 ± 1.16	2.53 ± 0.96	5.766	0.000
TC(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)		5.98 ± 1.58	6.04 ± 1.47	0.453	0.651
LDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)		3.18 ± 1.06	3.37 ± 1.12	1.883	0.060
HDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)		1.24 ± 0.15	1.28 ± 0.11	0.801	0.423
孕早期 FPG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)		4.55 ± 0.39	4.41 ± 0.41	4.314	0.000

注: TG - 三酰甘油; TC - 总胆固醇; LDL-C - 低密度脂蛋白胆固醇; HDL-C - 高密度脂蛋白胆固醇

表 2 影响妊娠糖尿病(GDM)发生的多因素 Logistic 回归分析结果

指标	B	SE	Wald	P 值	Exp(B)	95% CI for EXP(B)	
						Lower	Upper
母体年龄(岁)			16.405	0.000			
25~34 [※]	0.203	0.273	0.554	0.457	1.226	0.717	2.094
≥35 [※]	1.085	0.324	11.192	0.001	2.960	1.567	5.590
孕前 BMI			55.440	0.000			
偏瘦 [#]	-0.810	0.437	3.425	0.064	0.445	0.189	1.049
超重 [#]	0.992	0.250	15.773	0.000	2.696	1.653	4.399
肥胖 [#]	1.938	0.313	38.356	0.000	6.944	3.761	12.822
孕期增重			29.128	0.000			
偏低 ⁺	-0.740	0.460	2.587	0.108	0.477	0.194	1.175
超标 ⁺	1.169	0.237	24.379	0.000	3.217	2.023	5.116
TG(mmol/L) [○]	0.643	0.095	45.896	0.000	1.902	1.579	2.291
FPG(mmol/L) [○]	0.906	0.230	15.507	0.000	2.475	1.576	3.885
Constant	-8.892	1.139	60.934	0.000	0.000		

※: 参照水平 <25 岁; #: 参照水平孕前体重正常; +: 参照水平孕期增重适宜; ○: 为连续变量

2.3 模型预测效能评价

将指标回代 Logistic 回归模型,得出每个对象的预报概率,以是否 GDM 为金标准,绘制 ROC 曲线, $AUC = 0.824 (95\% CI: 0.793 \sim 0.856)$, 与随机面积 0.5 比较, $P = 0.000$ 。图 1。分别选取预报概率 0.532 (约登指数最大) 和 0.5 两个切割点,预测效能。见表 3。

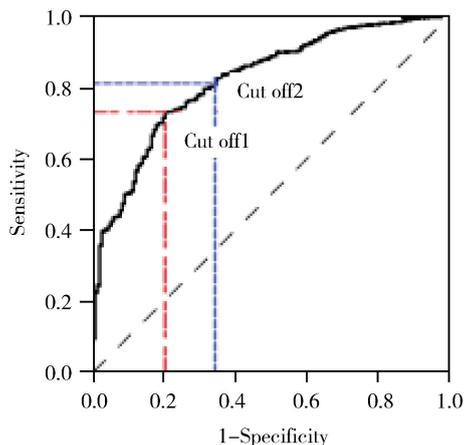


图 1 模型预测妊娠糖尿病 (GDM) 的 ROC 曲线

表 3 模型预测妊娠糖尿病 (GDM) 的试验性评价

切割点	敏感性	特异性	准确率 (%)	Youden 指数
0.532	0.733	0.796	79.04	0.529
0.5	0.814	0.656	67.08	0.470

3 讨论

GDM 发病机制尚不明确,妊娠期间孕妇体内的胎盘催乳素、雌激素、孕酮和皮质醇等激素水平升高,这些物质使孕妇对胰岛素的敏感性下降,产生胰岛素抵抗,若胰岛 β 细胞功能无法代偿,便会引起高血糖发生 GDM^[10]。目前仍缺乏可靠的 GDM 发生前的预测方法,GDM 的预测方法有基于高危因素的预测、基于血清学标记物 (如甲状腺素、维生素 D、瘦素、脂联素、雄激素等) 预测^[11-12]、基于基因多态性预测等^[13-14]。鉴于血清学标记物和基因检测等并非在临床中广泛开展,在缺乏灵敏度和特异度的前提下,难以临床实施,也不符合卫生经济学要求。故本研究选择高危因素进行建模,因为这些指标属于孕期保健常规检查项目,简便、快捷、廉价。二分类 Logistic 回归分析显示:母体年龄、孕前 BMI、孕期增重、TG 和孕早期 FPG 是 GDM 的独立预测因子。

3.1 高龄孕妇发生 GDM 的风险增加^[15]

本研究年龄 ≥ 35 岁孕妇发生 GDM 的风险是年

龄 < 25 岁孕妇的 2.960 倍,说明高龄孕妇更易发生 GDM。随着年龄增长,孕妇整体生理机能下降,为适应胎儿生长发育的需要,各系统器官代谢增强,代偿性胰岛素分泌增多,加重胰岛素抵抗,引发 GDM^[16-17]。有生育要求的育龄妇女应尽早规划生育计划,在 23 ~ 30 岁 (最晚不超过 35 岁) 的最佳生育时间段受孕,以减少 GDM 的发生。

3.2 孕前 BMI 与 GDM 发病正相关

有研究显示,孕前肥胖和超重孕妇发生 GDM 的风险是正常体重的 2.407 倍^[18]。本资料以孕前体重正常为参照,在扣除其他因素的干扰后,孕前超重和肥胖孕妇发生 GDM 的风险增加到 2.696 倍和 6.944 倍,支持上述文献研究结果。肥胖妇女脂肪组织较多,而脂肪组织对胰岛素的敏感性低,导致胰岛功能受损和胰岛素抵抗^[19]。另外,炎症因子多由脂肪组织合成分泌,肥胖可引起慢性低度炎症状态^[20],炎症因子损伤胰岛 β 细胞,从而导致 GDM 发生发展^[21]。应加强孕前教育和评估,摒弃“母肥子壮”的陈旧观念,对孕前超重和肥胖的妇女给出体重指导,并建议体重达标后再考虑妊娠。

3.3 孕期增重超标增加 GDM 发病风险

营养摄入过多和体力活动减少导致了孕期增重超标。孕期增重多少才算适宜,目前没有公认的标准,应结合孕前体重情况,相关研究推荐的标准是^[22-23]: 孕前 BMI $< 18.5 \text{ kg/m}^2$ 、 $18.5 \sim 23.9 \text{ kg/m}^2$ 、 $24 \sim 27.9 \text{ kg/m}^2$ 和 $\geq 28 \text{ kg/m}^2$ 孕妇,孕期适宜增重分别为 $11.5 \sim 16.0 \text{ kg}$ 、 $12.5 \sim 18.0 \text{ kg}$ 、 $7.0 \sim 11.5 \text{ kg}$ 和 $5.0 \sim 9.0 \text{ kg}$ 。我们认为,以上标准是整个孕期的增重,只有到分娩前才能得知,而 GDM 发病从孕中期就已经开始。因此,本研究采用孕期周体重百分位曲线的 P25 ~ P75 作为衡量孕期增重的适宜范围更为合理。孕期增重超标的孕妇更容易发生 GDM^[24]。本研究孕期增重超标的孕妇发生 GDM 的风险是孕期增重适宜孕妇的 3.217 倍。这可能与脂肪组织产生肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、瘦素等作用于靶器官后引起糖代谢紊乱有关^[25]。另外,孕期增重超标会加重高胰岛素血症,而高胰岛素血症又促进体重快速增长,二者相互促进。

3.4 糖、脂代谢紊乱与 GDM 相关联

正常妊娠期内,孕妇脂肪摄入和肠道吸收脂肪的能力增加,造成生理性高脂状态以满足胎儿生长发育所需,并为产后哺乳准备能量。生理范围内的血脂升高对母婴有益。但 TG 过高会加重糖代谢紊乱,高血糖又可以导致 TG 降解受阻,脂肪动员增

加,形成恶性循环,说明脂代谢紊乱与 GDM 可能相辅相成^[26],因此,孕期脂代谢紊乱可预测糖代谢紊乱,TG 升高者,发生 GDM 的概率增加。有研究显示^[27],孕早期 FPG 与 GDM 发病正相关,孕早期 FPG 升高的孕妇发生 GDM 的风险增加。

本研究多因素 Logistic 回归分析显示: TG 和 FPG 每增加 1 mmol/L,发生 GDM 的风险会增加 1.902 倍和 2.475 倍。因此,血脂和血糖是预测 GDM 的有效指标。孕期保健不仅要关注血糖指标,也要进行早期血脂监测,并尽早改善脂代谢紊乱。

3.5 模型预测 GDM 的效能

本研究以年龄、孕前体重指数、孕期增重、TG 和孕早期 FPG 这 5 个指标建立的风险模型预测 GDM 的 AUC 为 0.824 (95% CI:0.793 ~ 0.856),就统计学角度而论,以约登指数最大作为最佳诊断界点(本资料预报概率为 0.532),模型预测的灵敏度为 0.733,特异度为 0.796,一致率为 79.04%。但鉴于预防 GDM 的关键在于早期筛查和预测,故应追求更高的灵敏度,参考相关研究^[21],将预报概率 0.5 作为切割点,预测的灵敏度提高到 0.814。由此说明本模型可为 GDM 高危人群的早期筛查和识别、干预以及管理体系的建立提供数据基础。

综上,本研究通过较大样本的分析,总结出高龄、孕前肥胖和超重、孕期增重超标、脂代谢紊乱、孕早期 FPG 升高是 GDM 发病的危险因素,以此建立的预测模型可以对 GDM 的发生起到早期预警作用,加强对高危孕妇的针对性干预,可降低 GDM 的发病率。但也应该认识到本研究纳入分析的指标有限,模型尚需要进一步优化改进,后续的工作需要带入更多的元素进行建模,以进一步提高 GDM 的预测能力。

参考文献

[1] Moses RG. GDM: implications of an increased frequency with IADPSG criteria[J]. *Diabetes Care*, 2012, 35(3): 461-462.

[2] 杨晓燕,任楠楠,张文香,等. 妊娠糖尿病发病率及其相关危险因素分析[J]. *陕西医学杂志*, 2018, 47(5): 577-579, 589.

[3] 苏日娜,朱微微,魏玉梅,等. 北京地区妊娠糖尿病发病情况与妊娠结局的回顾性调查[J]. *中华围产医学杂志*, 2016, 19(5): 330-335.

[4] Noctor E, Dunne FP. Type 2 diabetes after gestational diabetes: the influence of changing diagnostic criteria[J]. *World J Diabetes*, 2015, 6(2): 234-244.

[5] 中华医学会妇产科学分会产科学组,中华医学会围产医学分会妊娠合并糖尿病协作组. 妊娠合并糖尿病诊治指南(2014)[J]. *中华妇产科杂志*, 2014, 49(8): 561-569.

[6] Weinert LS. International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups recommendations on the diagnosis and classification of hyperglycemia in pregnancy: comment to the International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups Consensus Panel[J]. *Diabetes Care*, 2010, 33(7): e97.

[7] National Health and family Planning Commission of the People's Republic of China. Health industry standard: Criteria of weight for adults[M]. Beijing: Chinese Standards Press, 2013: 15.

[8] 吕俊菊,朱海燕,江华. 孕期周体重的百分位曲线图的制备及孕期适宜增重范围的探讨[J]. *中国妇幼保健*, 2014, 29(27): 4403-4406.

[9] Stamnes Koepf UM, Frost Andersen L, Dahl-Joergensen K, et al. Maternal pre-pregnant body mass index, maternal weight change and offspring birthweight[J]. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2012, 91(2): 243-249.

[10] 赵建峰,张华新,宋玉林. 妊娠期糖尿病与胰岛素抵抗关系的临床研究[J]. *生殖医学杂志*, 2015, 24(2): 120-124.

[11] 王莉华,刘纯,李启富,等. 妊娠中期甲状腺功能状态与妊娠糖尿病的关系[J]. *上海交通大学学报(医学版)*, 2015, 35(8): 1160-1164.

[12] 王凯航,向菲. 血清 25-羟维生素 D 与妊娠糖尿病相关性分析[J]. *重庆医学*, 2015, 44(17): 2362-2364.

[13] 孙桂霞,王宁,张红霞,等. SH2B1 基因多态性与妊娠糖尿病的相关性研究[J]. *中国现代医学杂志*, 2017, 27(12): 55-59.

[14] 邓丽娜,杨宏毅,孙立明,等. 妊娠糖尿病与孕期体重增长 CDKN2A/2B 基因多态性相关性研究[J]. *中国地方病防治杂志*, 2016, 31(3): 298-299.

[15] Hanprasertpong T, Kor-Anantakul O, Suwanrath C, et al. Subsequent GDM prediction in advanced maternal age using amniotic fluid glucose concentration during second trimester genetic amniocentesis[J]. *J Obstet Gynaecol*, 2016, 36(6): 744-747.

[16] 孟茜,林鹏. 二胎政策开放与未开放高危妊娠妇女分布人群差异性调查[J]. *中国妇幼保健*, 2016, 31(20): 4266-4268.

[17] 徐菁. 妊娠期糖尿病危险因素分析及患者血清 RBP4、leptin、Nesfat-1 水平变化[J]. *中国实验诊断学*, 2017, 21(3): 448-451.

[18] 徐蓉,陶静,胡鹏,等. 妊娠糖尿病发病现状及危险因素分析[J]. *护理研究*, 2016, 30(1): 177-179.

[19] 曾源娇. 妊娠期糖尿病危险因素分析[J]. *包头医学院学报*, 2015, 31(12): 6-7.

- [20] Law KP, Zhang H. The pathogenesis and pathophysiology of GDM: Deductions from a three-part longitudinal metabolomics study in China[J]. Clin Chim Acta, 2017, 468:60-70.
- [21] 刘倩倩, 李婷, 苏秀娟. 妊娠早期母体一般特征联合多项指标预测妊娠期糖尿病发生的可行性[J]. 现代妇产科进展, 2017, 26(6):418-421, 425.
- [22] 毕研霞, 洪忠新, 丁冰杰. 妊娠糖尿病患者孕前体质指数与血糖及孕期膳食营养的关系[J]. 中国全科医学, 2015, 18(14):1624-1628.
- [23] 王敬民, 石芳鑫, 周娜娜, 等. 502 例单胎足月巨大儿的发生现状及危险因素分析[J]. 医学与哲学, 2017, 38(12B):38-41.
- [24] Baci Y, Ustuner I, Keskin HL, et al. Effect of maternal obesity and weight gain on GDM[J]. Gynecol Endocrinol, 2013, 29(2):133-136.
- [25] 李利平, 陈志珉, 王颖芳, 等. 妊娠糖尿病脂代谢紊乱特点分析[J]. 中国现代医学杂志, 2015, 25(22):109-112.
- [26] 夏莉, 胡红琳, 王长江, 等. 妊娠糖尿病患者血脂水平与胰岛素抵抗相关性分析[J]. 安徽医科大学学报, 2017, 52(5):749-751.
- [27] 王晓梅, 王晓玲, 卜淑娜. 高龄孕产妇孕早期妊娠糖尿病的危险因素分析[J]. 中国糖尿病杂志, 2018, 26(6):455-458.

(上接第 6 页)

- [7] 孙志城, 李奇奇, 王莉婷. 2014 年我国县级妇幼保健机构妇幼卫生资源配置现状及差异分析[J]. 中国妇幼卫生杂志, 2016, 7(04):42-45.
- [8] 汪金鹏, 金曦, 宋莉, 等. 我国妇幼保健机构保健服务开展现状研究[J]. 中国妇幼保健, 2014, 29(34):5555-5558.
- [9] Jennifer P, Susan, Knapik, et al. New York's Outpatient Mental Health Clinic Licensing Reform: Using Tracer Methodology to Improve Service Quality[J]. Psychiatric Services, 2012, 63(5):418-420.
- [10] 黄强, 莫巧莉, 郭宇峰. 基于追踪方法学理论的个案追踪管理在急诊用药中的应用[J]. 中国医药导刊, 2016(07):751-752, 754.
- [11] FM, Wei. Effects of tracer methodology and quality control circle activities on nursing quality of nephrology department[J]. Nursing Practice and Research, 2015, 12(1):86-88.
- [12] 梁铭会, 董四平. 医院评审追踪方法学操作指南及其启示[J]. 中国医院, 2012, 16(03):7-10.
- [13] 刘庭芳. 中国医院评审评价追踪方法学操作手册(试行本)[M]. 北京:人民卫生出版社, 2012.
- [14] 王力红, 赵霞, 张京利, 等. 追踪方法学与 PDCA 循环管理在医院感染管理质量控制中的应用[J]. 中华医院感染学杂志, 2014, 16(06):1539-1541.
- [15] 汪雪梅. 持续质量改进在住院患者告知制度中的应用[J]. 中华医院管理杂志, 2010, 23(9):1177.

(上接第 12 页)

- [8] Rogozinska E, Zamora J, Marlin N, et al. Gestational weight gain outside the Institute of Medicine recommendations and adverse pregnancy outcomes: analysis using individual participant data from randomised trials[J]. BMC Pregnancy Childbirth, 2019, 19(1):322.
- [9] Power ML, Lott ML, Mackeen AD, et al. A retrospective study of gestational weight gain in relation to the institute of medicine's recommendations by maternal body mass index in rural Pennsylvania from 2006 to 2015[J]. BMC Pregnancy & Childbirth, 2018, 18(1):239.
- [10] Carnero AM, Mejia CR, Garca PJ. Rate of gestational weight gain, pre-pregnancy body mass index and pre-term birth subtypes: a retrospective cohort study from Peru[J]. Bjog An International Journal of Obstetrics & Gynaecology, 2012, 119(8):924-935.
- [11] Zhou A, Xiong C, Hu R, et al. Pre-pregnancy BMI, gestational weight gain, and the risk of hypertensive disorders of pregnancy: a cohort study in wuhan, China[J]. Plos One, 2015, 10(8):e0136291.
- [12] 王红坤, 赵燕玲, 徐先明. 上海地区妊娠期糖尿病孕妇孕前体重指数及孕期体重增加现状分析[J]. 现代妇产科进展, 2019, 28(10):1-6.
- [13] Kgosidialwa O, Egan AM, Carmody L, et al. Treatment with diet and exercise for women with gestational diabetes mellitus diagnosed using IADPSG criteria[J]. Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 2015, 100(12):jc20153259.
- [14] 林友结, 蔡倩莹, 徐云云, 等. 母亲孕前体质指数和孕期体重增加及其交互作用对新生儿出生体重的影响[J]. 中华流行病学杂志, 2018, 39(6):770-775.
- [15] Junior EA, Peixoto AB, Zamarian ACP, et al. Macrosomia[J]. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol, 2017, 38:83-96.
- [16] Kramer MS. The epidemiology of low birthweight[J]. Nestle Nutrition Institute Workshop, 2013, 74(3):1-10.