

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2025.10.016

论著 · 临床

基于胎盘生长因子、血脂、糖化血红蛋白构建妊娠期糖尿病患者不良妊娠结局的风险预警模型及其效能评价

王宝仪, 马莹莹, 李志红, 李燕, 马慧涵

基金项目: 廊坊市科学技术研究与发展计划自筹经费项目(2022013130)

作者单位: 065000 河北廊坊, 廊坊市人民医院检验科(王宝仪), 妇产科(马莹莹、李志红、李燕、马慧涵)

通信作者: 马莹莹, E-mail: yingying19860902@163.com



【摘要】目的 探寻基于胎盘生长因子(PLGF)、血脂、糖化血红蛋白(HbA_{1c})构建妊娠期糖尿病(GDM)患者不良妊娠结局的风险预警模型及其效能评价。方法 回顾性选取2022年8月—2024年8月廊坊市人民医院妇产科收治的GDM患者100例的临床资料,根据是否发生不良妊娠结局分为不良妊娠结局发生组(发生组)41例和不良妊娠结局未发生组(未发生组)59例。采用多因素Logistic回归分析筛选GDM患者发生不良妊娠结局的影响因素;根据影响因素构建列线图模型,使用受试者工作特征(ROC)曲线分析该模型的预测效能。结果 GDM患者100例中,发生妊娠不良结局41例(41.00%);发生组年龄、饮酒史比例及血清PLGF、白细胞计数(WBC)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、HbA_{1c}水平高于未发生组($t/\chi^2/P=2.135/0.036, 3.988/0.046, 6.281/<0.001, 2.128/0.036, 5.138/<0.001, 3.080/0.003, 5.849/<0.001$);多因素Logistic回归分析显示,年龄大、PLGF高、TC高、TG高、HbA_{1c}高为影响GDM患者发生不良妊娠结局的独立危险因素[$OR(95\%CI)=1.250(1.037\sim1.570), 1.057(1.019\sim1.096), 4.967(1.916\sim12.124), 4.241(1.431\sim6.451), 1.905(1.085\sim3.344)$];ROC曲线分析显示,年龄、PLGF、TC、TG、HbA_{1c}、列线图模型预测GDM患者发生不良妊娠结局的曲线下面积(AUC)分别为0.631、0.804、0.778、0.703、0.803、0.941,提示列线图模型对GDM患者发生不良妊娠结局具有较高预测价值;使用Bootstrap法($B=1\ 000$)对列线图预测模型进行内部验证显示,预测曲线与理想曲线基本重合,该模型预测能力较好;该模型的决策曲线显示,其阈值概率范围为0.04~1,其净收益率>0。结论 年龄大及PLGF、TC、TG、HbA_{1c}水平升高为GDM患者发生不良妊娠结局的独立危险因素。基于PLGF、血脂、HbA_{1c}构建GDM患者不良妊娠结局的风险预警模型具有较好预测效能,有助于临床干预和治疗。

【关键词】 妊娠期糖尿病;不良妊娠结局;列线图预测模型;胎盘生长因子;血脂;糖化血红蛋白

【中图分类号】 R714.256

【文献标识码】 A

Risk warning model for adverse pregnancy outcomes in gestational diabetes mellitus patients and evaluate its efficacy based on placental growth factor, blood lipid and glycosylated hemoglobin Wang Baoyi*, Ma Yingying, Li Zhihong, Li Yan, Ma Huihan. * Department of Laboratory Medicine, Langfang People's Hospital, Hebei, Langfang 065000, China
Funding program: Self-Funded Project under the Science and Technology Research and Development Program of Langfang City (2022013130)

Corresponding author: Ma Yingying, E-mail: yingying19860902@163.com

【Abstract】 **Objective** To establish a risk warning model for adverse pregnancy outcomes in patients with gestational diabetes mellitus (GDM) based on placental growth factor (PLGF), blood lipids, and glycosylated hemoglobin (HbA_{1c}) and evaluate its efficacy. **Methods** A total of 100 GDM patients admitted to the Department of Obstetrics and Gynecology of Langfang People's Hospital from August 2022 to August 2024 were selected as the study subjects. Based on the presence or absence of adverse pregnancy outcomes, they were divided into an occurrence group (41 cases) and a non-occurrence group (59 cases). Differences in clinical data between the two groups were analyzed, and significant variables were included in a multivariate Logistic regression model to identify influencing factors for adverse pregnancy outcomes in GDM patients. A nomogram model was constructed based on these factors, and the ROC curve was used to analyze the predictive efficacy of the model. **Results** Among 100 GDM patients, 41 (41.00%) experienced adverse pregnancy outcomes. The occurrence group

was older and had a higher proportion of alcohol consumption history. Serum PLGF levels, white blood cell count (WBC), total cholesterol (TC), triglyceride (TG), and HbA_{1c} were higher in the occurrence group than in the non-occurrence group ($t=2.135, 3.988, 6.281, 2.128, 5.138, 3.080, 5.849$, all $P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that older age, higher PLGF, TC, TG, and HbA_{1c} were independent risk factors for adverse pregnancy outcomes in GDM patients [OR(95% CI)=1.250(1.037–1.570), 1.057(1.019–1.096), 4.967(1.916–12.881), 4.241(1.431–12.571), 1.905(1.085–3.344)], while high PLGF was a protective factor [OR(95% CI)=0.946(0.912–0.982), $P<0.05$]. ROC analysis showed that the AUC values for age, PLGF, TC, TG, HbA_{1c}, and the nomogram model were 0.631, 0.804, 0.778, 0.703, 0.803, and 0.941, respectively, indicating that age, PLGF, TC, TG, and HbA_{1c} have certain predictive value for adverse pregnancy outcomes in GDM patients, and the nomogram model has high predictive value. At the cutoff value, the sensitivity of age, PLGF, TC, TG, HbA_{1c}, and the nomogram model were 0.390, 0.746, 0.610, 0.634, 0.634, and 0.966, respectively, and the specificity were 0.814, 0.732, 0.864, 0.746, 0.932, and 0.805, respectively. Internal validation using the Bootstrap method ($B=1000$) showed that the prediction curve of the nomogram model closely aligned with the ideal curve, indicating good predictive ability. The decision curve analysis showed that the net benefit rate of the model was >0 within the threshold probability range of 0.04 to 1. **Conclusions** Increased age, TC, TG, and HbA_{1c} are independent risk factors for adverse pregnancy outcomes in GDM patients, while increased PLGF is a protective factor. The risk warning model for adverse pregnancy outcomes in GDM patients based on PLGF, blood lipids, and HbA_{1c} demonstrates good predictive efficacy and can assist in clinical intervention and treatment.

【Key words】 Gestational diabetes mellitus; Adverse pregnancy outcome; Nomogram prediction model; Placental growth factor; Blood lipid; Glycosylated hemoglobin

妊娠期糖尿病(gestational diabetes mellitus, GDM)是一种常见的孕期并发症,通常发生在孕中期和孕晚期^[1-2]。GDM的主要症状包括多饮、多食、多尿、体重减轻等典型的糖尿病表现。此外,孕产妇还可能出现视力模糊、皮肤瘙痒、口渴等症状。GDM可能会对孕产妇和胎儿产生一系列不利影响,如母体肝功能损伤、产后出血、低出生体重儿、巨大儿、早产、新生儿窒息、胎儿死亡等^[3-4]。因此,明确影响 GDM 发生妊娠不良结局的因素,构建预测发生不良妊娠结局模型极为重要。胎盘生长因子(placental growth factor, PLGF)是一种存在于人体中的活性蛋白质,它主要由合体滋养层细胞合成,是一种肝素结合酸性蛋白,对滋养层细胞和内皮细胞功能有独特的调节作用^[5]。在临床上,通过体外定量检测孕产妇血清样本中的 PLGF 含量,可以识别胎盘合体滋养层细胞存在的供氧压力^[6]。血脂是血浆中的中性脂肪,是生命细胞的基础代谢必需物质。GDM 是人体内分泌变化引起的疾病,这种内分泌变化会影响到脂肪的代谢^[7-8]。糖化血红蛋白(HbA_{1c})是血红蛋白与糖类经非酶反应相结合的产物,其浓度可反映过去 2~3 个月的平均血糖水平。本研究拟基于 PLGF、血脂、HbA_{1c}构建 GDM 患者不良妊娠结局的风险预警模型,以期 GDM 患者临床干预和治疗提供参考价值,报道如下。

1 资料和方法

1.1 临床资料 回顾性选取 2022 年 8 月—2024 年 8 月廊坊市人民医院妇产科收治的 GDM 患者 100 例的临床资料,年龄 21~36(27.99±3.35)岁;孕前体质指

数(BMI) 18.55~27.65(22.75±2.45) kg/m²;初产 58 例,经产 42 例。本研究已经获得医院伦理委员会批准(2025-YXLW-003),患者或家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1)纳入标准:①符合 GDM 的诊断标准^[9];②在廊坊市人民医院妇产科分娩;③临床资料完整。(2)排除标准:①合并恶性肿瘤或严重系统性疾病;②非糖代谢异常造成的妊娠结局不良者。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 临床资料收集:收集 GDM 患者年龄、孕前 BMI、产次、分娩方式、定期产前检查情况、吸烟史、饮酒史、糖尿病家族史等。

1.3.2 实验室指标检测:采集患者清晨空腹肘静脉血 5 ml,分别置于标记无菌试管 A、B、C 中,离心留取上层血清备用。使用全自动电化学发光免疫分析仪(罗氏诊断,型号:E170)及其配套试剂盒检测 A 管中血清 PLGF、HbA_{1c}水平;使用全自动血液分析仪(希森美康,型号:Sysmex XN-9000)测定 B 管中白细胞计数(WBC)、中性粒细胞绝对值(ANC);采用全自动生化分析仪(罗氏诊断,型号:Cobas 8000 c702)及其配套试剂盒检测 C 管中总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、丙氨酸氨基转移酶(ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶(AST)、空腹血糖(FPG)、餐后 2 h 血糖(2 hPG)水平。所有检测均严格按照仪器和试剂盒说明书操作。

1.3.3 妊娠不良结局判断标准:孕产妇妊娠不良结局

包括脑血管意外、肝功能损伤、胎盘早剥、早产、产后出血、心力衰竭、孕产妇死亡;胎产儿不良结局包括新生儿窒息、低出生体质量儿、巨大儿、胎儿死亡。发生上述任意一项即纳入不良妊娠结局发生组(41 例),其余纳入不良妊娠结局未发生组(59 例)。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 软件分析数据。计数资料以频数或构成比(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或秩和检验;符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,2 组比较采用独立样本 t 检验;采用多因素 Logistic 回归分析筛选 GDM 患者发生不良妊娠结局的影响因素;根据影响因素构建列线图模型,使用受试者工作特征(ROC)曲线分析该模型的预测效能。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不良妊娠结局分析 GDM 患者 100 例中,发生妊娠不良结局 41 例(41.00%),其中胎盘早剥 15 例,新生儿窒息 9 例,早产 8 例,低出生体质量儿 3 例,产妇肝功能损伤 2 例,产后出血 4 例。

2.2 2 组临床资料比较 2 组孕前 BMI、首诊孕期、产次、分娩方式、定期产前检查、吸烟史、糖尿病家族史、ANC、LDL-C、HDL-C、ALT、AST、FPG、2 hPG 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。发生组年龄、饮酒史比例及血清 PLGF、WBC、TC、TG、HbA_{1c}水平高于未发生组($P<0.05$),见表 1。

2.3 多因素 Logistic 回归分析 GDM 患者发生不良妊娠结局的影响因素 将 GDM 患者是否发生不良妊娠结局作为因变量(发生=1,未发生=0),以上述结果中 $P<0.05$ 项目为自变量进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示:年龄大、PLGF 高、TC 高、TG 高、HbA_{1c}高为 GDM 患者发生不良妊娠结局独立危险因素($P<0.05$),见表 2。

2.4 列线图预测模型构建 基于表 2 中影响因素构建 GDM 患者发生不良妊娠结局列线图预测模型,见图 1。

2.5 各影响因素及列线图预测模型对 GDM 患者发生不良妊娠结局的预测价值 ROC 曲线分析显示,年龄、PLGF、TC、TG、HbA_{1c}、列线图模型预测 GDM 患者发生不良妊娠结局的曲线下面积(AUC)分别为0.631、0.804、0.778、0.703、0.803、0.941,提示年龄、PLGF、TC、TG、HbA_{1c}对 GDM 患者发生不良妊娠结局具有一定预测价值,列线图模型对 GDM 患者发生不良妊娠结局具有较高预测价值,见表 3、图 2。使用 Bootstrap 法($B=1\ 000$)对列线图预测模型进行内部验证显示,预测曲线与理想曲线基本重合,该列线图模型预测能力

较好,见图 3。该模型的决策曲线显示,其阈值概率范围为 0.04~1,其净收益率 >0 ,见图 4。

表 1 未发生组和发生组 GDM 患者临床资料比较

Tab.1 Comparison of clinical data between the non-occurrence group and the occurrence group of GDM patients

项 目	未发生组 (<i>n</i> = 59)	发生组 (<i>n</i> = 41)	χ^2/t 值	<i>P</i> 值
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	26.49 $\pm$ 4.57	28.44 $\pm$ 4.43	2.135	0.036
孕前 BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m ²)	22.71 $\pm$ 2.30	22.81 $\pm$ 2.70	0.195	0.845
首诊孕期($\bar{x}\pm s$,周)	26.19 $\pm$ 1.31	25.74 $\pm$ 1.22	0.201	0.747
产次[例(%)]			0.836	0.360
初产	32(54.24)	26(63.41)		
经产	27(45.76)	15(36.59)		
分娩方式[例(%)]			0.438	0.508
顺产	35(59.32)	27(65.85)		
剖宫产	24(40.68)	14(34.15)		
定期产前检查[例(%)]	44(74.58)	32(78.05)	0.160	0.689
吸烟史[例(%)]	10(16.95)	6(14.63)	0.096	0.756
饮酒史[例(%)]	24(40.68)	25(60.98)	3.988	0.046
糖尿病家族史[例(%)]	13(22.03)	8(19.51)	0.093	0.761
PLGF($\bar{x}\pm s$,ng/L)	75.18 $\pm$ 19.14	104.09 $\pm$ 26.89	6.281	<0.001
WBC($\bar{x}\pm s$, $\times 10^9$ /L)	14.80 $\pm$ 3.67	16.32 $\pm$ 3.40	2.128	0.036
ANC($\bar{x}\pm s$, $\times 10^9$ /L)	10.43 $\pm$ 3.21	10.24 $\pm$ 2.90	0.298	0.770
TC($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	4.39 $\pm$ 0.95	5.45 $\pm$ 1.04	5.138	<0.001
TG($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	3.77 $\pm$ 1.01	4.37 $\pm$ 0.94	3.080	0.003
HDL-C($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	1.39 $\pm$ 0.21	1.32 $\pm$ 0.19	0.441	0.243
LDL-C($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	2.79 $\pm$ 0.22	2.98 $\pm$ 0.24	1.873	0.082
ALT($\bar{x}\pm s$,U/L)	11.27 $\pm$ 1.90	10.95 $\pm$ 1.75	0.874	0.384
AST($\bar{x}\pm s$,U/L)	26.88 $\pm$ 5.52	26.34 $\pm$ 4.93	0.516	0.607
HbA _{1c} ($\bar{x}\pm s$,%)	4.46 $\pm$ 1.04	7.08 $\pm$ 1.55	5.849	<0.001
FPG($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	4.66 $\pm$ 0.22	5.33 $\pm$ 0.28	2.066	0.092
2 hPG($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	9.07 $\pm$ 1.04	9.29 $\pm$ 1.14	0.784	0.471

表 2 影响 GDM 患者发生不良妊娠结局的多因素 Logistic 回归分析

Tab.2 Multivariate Logistic regression analysis of factors influencing adverse pregnancy outcomes in GDM patients

项 目	β 值	SE 值	Wald 值	<i>P</i> 值	OR 值	95%CI
年龄大	0.223	0.095	5.495	0.019	1.250	1.037~1.570
饮酒史	1.498	0.792	3.578	0.059	4.471	1.967~6.829
PLGF 高	0.055	0.019	8.697	0.003	1.057	1.019~1.096
WBC 高	0.190	0.117	2.651	0.103	1.209	0.962~1.519
TC 高	1.603	0.486	10.870	0.001	4.967	1.916~7.124
TG 高	1.445	0.554	6.792	0.009	4.241	1.431~6.451
HbA _{1c} 高	0.645	0.287	5.040	0.025	1.905	1.085~3.344

3 讨论

GDM 可能导致一系列不良妊娠结局,包括自然流产、妊娠期高血压疾病、羊水过多、产后出血以及糖尿病酮症酸中毒等。这些并发症不仅增加孕产妇的分娩风险,还可能对胎儿生长发育产生不利影响。GDM 还

表 3 各影响因素及列线图预测模型对 GDM 患者发生不良妊娠结局的预测价值

Tab.3 Predictive value of influencing factors and the nomogram model for adverse pregnancy outcomes in GDM patients

检验变量	cut-off 值	AUC	95%CI	敏感度	特异度	约登指数
年龄	28.00 岁	0.631	0.520~0.743	0.390	0.814	0.204
PLGF	90.14 ng/L	0.804	0.720~0.889	0.746	0.732	0.478
TC	5.08 mmol/L	0.778	0.687~0.870	0.610	0.864	0.474
TG	4.20 mmol/L	0.703	0.597~0.808	0.634	0.746	0.380
HbA _{1c}	6.81%	0.803	0.710~0.896	0.634	0.932	0.566
列线图预测模型		0.941	0.894~0.989	0.966	0.805	0.771

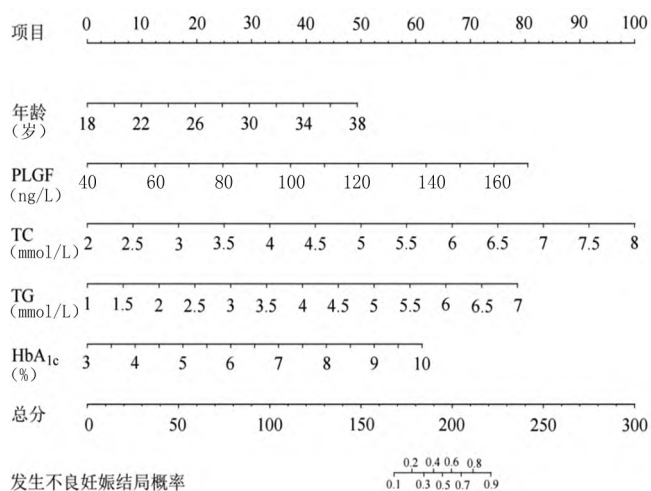


图 1 GDM 患者发生不良妊娠结局的列线图预测模型

Fig.1 Nomogram prediction model for adverse pregnancy outcomes in GDM patients

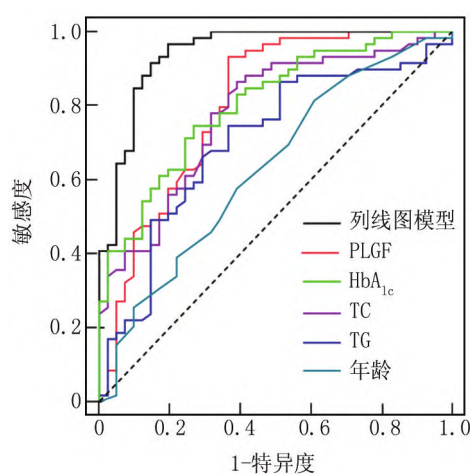


图 2 各影响因素及列线图预测模型预测 GDM 患者发生不良妊娠结局的 ROC 曲线

Fig.2 Roc curves of influencing factors and the nomogram model for predicting adverse pregnancy outcomes in GDM patients

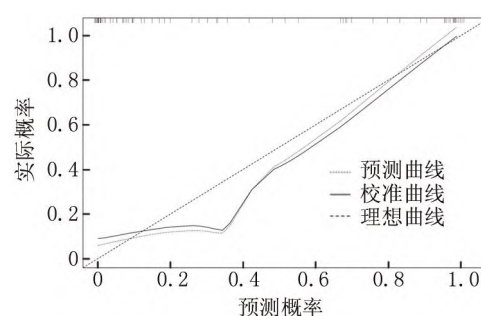


图 3 列线图风险预测模型的校准曲线

Fig.3 Calibration curve of the nomogram risk prediction model

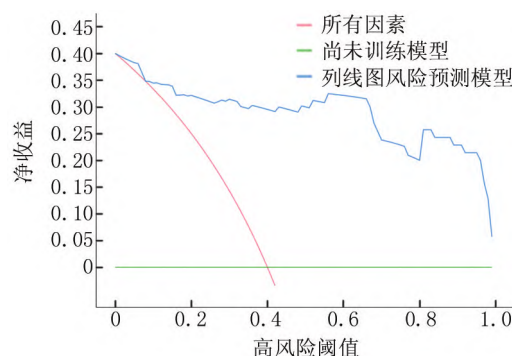


图 4 列线图风险预测模型的决策曲线

Fig.4 Decision curve of the nomogram risk prediction model

可能对孕产妇的生育能力产生长远影响,增加不孕、闭经以及月经不调等问题的风险。同时,GDM 患者在产后也可能持续存在血糖异常的情况,甚至发展为 2 型糖尿病。因此,明确影响 GDM 导致妊娠不良结局的因素,构建预测妊娠不良结局模型,不仅有助于提升患者和医疗工作者对此疾病的认知,还有利于采取有效的预防和治疗措施,从而保障母婴的健康与安全。

本研究显示,年龄大是 GDM 患者发生妊娠不良结局的独立危险因素。究其原因,随着年龄增长,女性生理机能逐渐发生变化,高龄 GDM 患者子宫和胎盘功能可能受到影响,使得胎儿在宫内生长环境变得不稳定,从而增加不良妊娠结局的可能性。随着年龄的增长,人体的代谢能力逐渐下降。高龄 GDM 患者更容易出现胰岛素抵抗和胰岛素分泌不足的情况,这可能导致血糖水平升高。血糖控制不佳,容易发生一系列并发症,如子痫前期、羊水过多、高血压等,这些并发症都可能导致不良的妊娠结局^[10-11]。高龄 GDM 患者更容易出现各种合并症,如高血压、心脏病、肾脏疾病等,进一步增加了 GDM 患者发生不良妊娠结局的风险。高龄 GDM 患者的免疫系统功能也可能下降,使其更容易受到感染等疾病的侵袭,这些都对母婴健康

构成了威胁。本研究显示,PLGF 高是 GDM 患者发生妊娠不良结局的危险因素。在 GDM 病理状态下,母体高血糖环境会导致合体滋养层细胞功能紊乱,使其分泌的 PLGF 水平异常升高,反而破坏胎盘正常的生长发育与功能稳态^[12-13]。在子宫螺旋动脉重塑过程中,过量的 PLGF 会过度刺激胎盘血管内皮细胞增殖,导致血管结构紊乱,表现为血管分支异常增多、管腔狭窄,而非正常的血管成熟与扩张。这直接破坏了胎盘的正常血供节律,使得母体与胎儿间的营养交换通道受阻,无法为胎儿提供稳定、充足的血液供应,进而阻碍胎儿生长发育,增加胎儿生长受限、胎盘早剥等不良结局的发生风险^[14]。GDM 本身已因血糖升高引发氧化应激反应增强,而过量 PLGF 会进一步激活内皮细胞内的炎症反应信号通路,抑制受损内皮细胞的正常凋亡清除,导致功能异常的内皮细胞在血管壁大量堆积,进一步破坏血管完整性,增加子痫前期、胎儿宫内窘迫等血管相关并发症的发生概率^[15]。因此,PLGF 在 GDM 患者中的异常表达不仅无法维持妊娠稳定性,反而成为推动不良妊娠结局发生的关键危险因素。

本研究显示,血脂高是影响 GDM 患者发生不良妊娠结局的独立危险因素。血脂主要由 TC、TG 构成。TC 和 TG 水平的升高,意味着血脂代谢的紊乱,这可能导致 GDM 患者的血糖控制更加困难。因为脂质代谢与糖代谢之间存在紧密的联系,一种代谢的异常往往会影响到另一种代谢的正常进行。当 GDM 患者的血脂水平升高时,其血糖水平也可能随之升高,从而增加不良妊娠结局的风险。高水平脂质成分在血管壁上的沉积可能导致动脉粥样硬化,使血管变得狭窄、僵硬,降低血管的弹性,进而影响 GDM 患者自身的血液循环和胎盘的血液供应,从而对胎儿的生长发育产生不良影响^[16]。脂质代谢的异常可能干扰胎盘的正常功能,导致胎儿营养供应不足或过剩,增加早产、胎儿偏小或偏大等不良妊娠结局^[17-20]。TC 和 TG 的升高还可能与其他妊娠期并发症的发生有关,如妊娠期高血压疾病、子痫前期等,增加不良妊娠结局的风险。本研究还显示 HbA_{1c} 高是发生不良妊娠结局的独立危险因素。HbA_{1c} 水平升高意味着孕产妇在较长时间内血糖控制不良。高血糖状态可能导致孕产妇免疫功能下降,增加感染的风险,还可能影响胎儿的生长发育和代谢调节,导致胎儿发育异常或出生时患有疾病^[21-24]。

ROC 曲线分析显示,年龄、PLGF、TC、TG、HbA_{1c}、列线图模型 AUC 分别为 0.631、0.804、0.778、0.703、0.803、0.941,提示年龄、PLGF、TC、TG、HbA_{1c} 对 GDM 患者发生不良妊娠结局具有一定预测价值,且列线图

模型预测价值更高。使用校准曲线对列线图预测模型进行内部验证显示,预测曲线与理想曲线基本重合,该列线图模型预测能力较好。该模型的决策曲线显示,其在阈值概率范围为 0.04~1 时,其净收益率>0。以上数据表明基于 PLGF、血脂、HbA_{1c} 构建 GDM 患者不良妊娠结局的风险预警模型具有较好预测能力,有助于临床干预和治疗。

4 结 论

综上所述,年龄大、PLGF 高、TC 高、TG 高、HbA_{1c} 高为影响 GDM 患者发生不良妊娠结局独立危险因素。基于 PLGF、血脂、HbA_{1c} 构建的 GDM 患者不良妊娠结局风险预警模型具有较好预测能力,有助于临床干预和治疗。然而,由于本研究样本量较小,且只关注了部分因素,具有一定局限性,未来可扩大样本量研究,纳入更多因素,得以完善 GDM 患者发生不良妊娠结局预测模型。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

王宝仪:研究方案设计,生物标志物数据分析,统计学分析,模型构建与效能验证;马营营:提出研究思路,设计研究框架,患者招募与临床数据采集;李志红、李燕、马慧涵:核验数据质量,模型评估

参考文献

- [1] Sweeting A, Wong J, Murphy HR, et al. A clinical update on gestational diabetes mellitus[J]. Endocrine reviews, 2022, 43(5): 763-793. DOI:org/10.1210/edrev/bnac003.
- [2] Bedell S, Hutso NJ, Vrijer B, et al. Effects of maternal obesity and gestational diabetes mellitus on the placenta: Current knowledge and targets for therapeutic interventions[J]. Current Vascular Pharmacology, 2021, 19(2): 176-192. DOI:org/10.2174/1570161118666200616144512.
- [3] 孙洪霞,李楠. 孕中晚期血糖血脂水平与巨大儿发生风险的相关性研究[J]. 国际检验医学杂志, 2023, 44(22): 2779-2782. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2023.22.017.
- [4] 王玮,黄兴全,姜兰叶,等. 脂肪代谢水平变化与妊娠期糖尿病发病的相关性分析[J]. 疑难病杂志, 2018, 17(5): 460-463. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2018.05.007.
- [5] 贾丽娅,袁媛,李卫文,等. 胎盘生长因子联合子宫动脉、脐带血流动力学指标对妊娠妇女子痫前期发病的预测价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(1): 54-58. DOI: 10.3969/j.issn.1000-744X.2023.03.031.
- [6] Gorkem U, Togrul C, Arslan E. Relationship between elevated serum level of placental growth factor and status of gestational diabetes mellitus[J]. The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine, 2020, 33(24): 4159-4163. DOI: 10.1080/14767058.2019.1598361.
- [7] 张格,梁明. 妊娠期糖尿病孕妇妊娠晚期血脂及凝血功能指标检测结果分析[J]. 贵州医药, 2022, 46(9): 1418-1419. DOI: 10.3969/j.issn.1000-744X.2022.09.043.
- [8] 袁二伟,朱雷,郭华贤,等. 妊娠期糖尿病母亲新生儿血清蛋白质、血脂、免疫功能的变化及临床意义[J]. 广东医学, 2023, 44

- (3):288-292. DOI:10.13820/j.cnki.gdyx.20224421.
- [9] 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, 中国妇幼保健协会妊娠合并糖尿病专业委员会. 妊娠期高血糖诊治指南(2022)[第二部分][J]. 中华妇产杂志, 2022, 57(2): 81-90. DOI:10.3760/cma.j.cn112141-20210917-00529.
- [10] 范岩峰, 钟红秀, 蔡李倩, 等. 年龄匹配设计的初产孕妇妊娠期糖尿病发病危险因素的病例对照研究[J]. 中南大学学报, 2021, 46(12): 1346-1353. DOI: 10.11817/j.issn.1672-7347.2021.200466.
- [11] 魏鸿, 贺丹, 许航. 年龄、孕前体重指数、孕早期空腹血糖和糖化血红蛋白在妊娠期糖尿病预测中的价值[J]. 实用医院临床杂志, 2021, 18(6): 110-114. DOI: 10.3969/j.issn.1672-6170.2021.06.031.
- [12] 杨梅琳, 李敏. 胎盘生长因子与妊娠不良结局的研究进展[J]. 福建医科大学学报, 2023, 57(1): 74-78. DOI: 10.3969/j.issn.1672-4194.2023.01.015.
- [13] Zito G, Della Corte L, Giampaolino P, et al. Gestational diabetes mellitus: Prevention, diagnosis and treatment. A fresh look to a busy corner[J]. Journal of Neonatal-Perinatal Medicine, 2020, 13(4): 529-541. DOI: org/10.3233/NPM-190305.
- [14] Kapustin RV, Kopteeva EV, Alekseenkova EN, et al. Placental expression of endoglin, placental growth factor, leptin, and hypoxia-inducible factor-1 in diabetic pregnancy and pre-eclampsia[J]. Gynecological Endocrinology, 2021, 37(1): 35-39. DOI: 10.1080/09513590.2021.2006513.
- [15] 姚瑛, 金青青, 陈青华. 妊娠期糖尿病相关危险因素的关联规则研究[J]. 中国卫生统计, 2023, 40(4): 559-562. DOI: 10.11783/j.issn.1002-3674.2023.04.018.
- [16] 贾佳利, 王锡梅. 妊娠期糖尿病患者血脂水平和胰岛素抵抗的相关性分析[J]. 贵州医药, 2023, 47(3): 392-393. DOI: 10.3969/j.issn.1000-744X.2023.03.031.
- [17] Wang Y, Pan XF, Pan A. Lipidomics in gestational diabetes mellitus[J]. Current Opinion in Lipidology, 2023, 34(1): 1-11. DOI: 10.1097/MOL.0000000000000858.
- [18] Wang Y, Huang Y, Wu P, et al. Plasma lipidomics in early pregnancy and risk of gestational diabetes mellitus: A prospective nested case-control study in Chinese women[J]. The American Journal of Clinical Nutrition, 2021, 114(5): 1763-1773. DOI: 10.1093/ajcn/nqab242.
- [19] 石海珩, 龚丽娜, 张艳梅, 等. 妊娠期糖尿病患者血清 Nrf2、HO-1 水平与妊娠结局的关系[J]. 疑难病杂志, 2023, 22(8): 862-867. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2023.08.013.
- [20] 刘洁, 万慧. 妊娠期糖尿病患者血清分泌型卷曲相关蛋白 5 表达水平与胰岛素抵抗、糖脂代谢的相关性研究[J]. 中国医药科学, 2022, 12(13): 135-138. DOI: 10.3969/j.issn.2095-0616.2022.13.033.
- [21] 项兰兰, 朱怡恬, 丁文艳, 等. 孕中期 FSG 及 HbA_{1c} 与妊娠期糖尿病的关系研究[J]. 国际检验医学杂志, 2019, 40(18): 2251-2255. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2019.18.019.
- [22] 吴路路, 王瑞亚, 张雅宁, 等. 孕中期血清 Hcy、HbA_{1c} 及 TyG 指数对妊娠期糖尿病的预测价值[J]. 现代妇产科进展, 2023, 32(4): 283-286, 292. DOI: 10.13283/j.cnki.xdfekjz.2023.04.006.
- [23] 高然, 宋志慧, 贾焱鑫, 等. 益气养阴化浊方联合双歧杆菌三联活菌胶囊、二甲双胍片对妊娠期糖尿病气阴两虚型患者糖代谢及肠道菌群分布的影响[J]. 河北中医, 2022, 44(9): 1488-1492. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2619.2022.09.018.
- [24] 张娟, 孟祥楠, 单锦妹, 等. 血清干扰素- γ 与白细胞介素-4 及其比值对妊娠期糖尿病患者围产儿不良结局的预测效能[J]. 中国临床实用医学, 2023, 14(2): 60-63. DOI: 10.3760/cma.j.cn115570-20230315-00373.

(收稿日期: 2025-03-09)

(上接 1228 页)

- [12] Tonyali S, Yilmaz M, Tzelves L, et al. Predictors of ureteral strictures after retrograde ureteroscopic treatment of impacted ureteral stones: A systematic literature review[J]. J Clin Med, 2023, 12(10): 3603-3611. DOI: 10.3390/jcm12103603.
- [13] 张志成, 廖继强. 输尿管镜下钬激光碎石术后输尿管狭窄的危险因素分析[J]. 中国药物与临床, 2020, 20(8): 1270-1272. DOI: 10.11655/zgwyylc2020.08.010.
- [14] 周乐, 胡焕春, 汪波. 单发输尿管结石患者行输尿管镜下钬激光碎石术后狭窄的危险因素分析[J]. 国际泌尿系统杂志, 2020, 40(2): 231-234. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4416.2020.02.012.
- [15] 万优, 许长宝, 赵兴华, 等. 输尿管上段嵌顿性结石术后发生输尿管狭窄的影响因素分析[J]. 微创泌尿外科杂志, 2020, 9(5): 324-329. DOI: 10.19558/j.cnki.10-1020/r.2020.05.008.
- [16] 张冠英, 徐云, 余泉峰, 等. 输尿管镜钬激光碎石术后输尿管狭窄的危险因素分析及再次手术的术式选择策略[J]. 腹腔镜外科杂志, 2023, 28(11): 859-866. DOI: 10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2023.11.859.
- [17] 万优, 许长宝, 赵兴华, 等. 输尿管上段嵌顿性结石术后发生输尿管狭窄的影响因素分析[J]. 微创泌尿外科杂志, 2020, 9(5): 324-329. DOI: 10.19558/j.cnki.10-1020/r.2020.05.008.
- [18] 王洪超, 曹敬毅, 孙卫兵, 等. 输尿管软镜钬激光碎石术后继发性输尿管狭窄的相关性因素分析[J]. 国际泌尿系统杂志, 2022, 42(3): 433-436. DOI: 10.3760/cma.j.cn431460-20200930-00118.
- [19] 刘建威, 谢青南, 张愚. 输尿管软镜下钬激光碎石治疗输尿管上段结石并发输尿管狭窄的危险因素分析[J]. 中南医学科学杂志, 2024, 52(2): 292-294. DOI: 10.15972/j.cnki.43-1509/r.2024.02.035.

(收稿日期: 2025-04-28)