

孕早期空腹血糖、体成分指标与妊娠期糖尿病的相关性研究

张婷婷, 史永萍, 杨洁
(临沂市妇幼保健院滨河院区妇女保健科, 山东 临沂 276017)

【摘要】目的: 探讨孕早期空腹血糖 (FPG)、体成分与妊娠期糖尿病 (GDM) 的相关性, 为早期筛查 GDM 提供参考。**方法:** 回顾性分析 100 例 GDM 患者 (GDM 组) 的临床资料; 另选取接受产检的健康孕妇 100 例作为对照组。对比两组孕妇孕早期 FPG 和人体成分指标差异, 用 Logistic 回归分析明确 GDM 的危险因素, 并借助受试者工作特征 (ROC) 曲线对各指标预测价值进行评价。**结果:** 与对照组比, GDM 组孕前 BMI、有糖尿病家族史比例和孕早期 FPG 水平均增高 ($P < 0.05$); 与对照组比, GDM 组体脂肪量 (BFM)、体脂百分比 (PBF) 均增高 ($P < 0.05$); 两组细胞内水分 (ICW)、细胞外水分 (ECW)、肌肉量 (SLM) 和 FFM 等其他体成分指标均无统计学差异 ($P > 0.05$)。Logistic 回归分析, 得出孕前 BMI ($OR = 1.169$)、FPG 水平 ($OR = 1.775$)、BFM ($OR = 1.247$) 及 PBF ($OR = 1.190$) 为 GDM 的危险因素 ($P < 0.05$)。受试者工作特征 (ROC) 曲线分析得出, 孕前 BMI 及孕早期 FPG、BFM、PBF 水平均对 GDM 有一定预测价值, 其曲线下面积 (AUC) 分别为 0.738、0.779、0.724、0.767, 且 FPG 联合 PBF 诊断 AUC 达到 0.854。**结论:** 孕早期 FPG 及体成分 BFM、PBF 是 GDM 的危险因素, 均可作为 GDM 早期筛查的指标。

【关键词】 妊娠期糖尿病; 空腹血糖; 人体成分; 孕早期; 预测

【中图分类号】 R714.256 **【文献标志码】** A

Correlation between fasting blood glucose, body composition index and gestational diabetes mellitus in early pregnancy

ZHANG Ting-ting, SHI Yong-ping, YANG Jie
(Department of Women's Health, Binhe Campus, Women and Children's Health Care Hospital of Linyi, Linyi 276017, Shandong, China)

【Abstract】Objective: To investigate the correlation between fasting plasma glucose (FPG), body composition and gestational diabetes mellitus (GDM) in early pregnancy, and to provide reference for early screening of GDM. **Methods:** The clinical data of 100 patients with GDM (GDM group) were retrospectively analyzed, and 100 healthy pregnant women who received prenatal examination were selected as the control group. The differences of FPG and body composition indexes in early pregnancy between the two groups were compared. Logistic regression analysis was used to identify the risk factors of GDM, and the predictive value of each index was evaluated by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results:** Compared with the control group, the pre-pregnancy BMI, the proportion of family history of diabetes and the level of FPG in early pregnancy were higher in the GDM group ($P < 0.05$). Compared with the control group, the body fat mass (BFM) and body fat percentage (PBF) in the GDM group were increased ($P < 0.05$). There was no significant difference in other body composition indexes such as intracellular water (ICW), extracellular water (ECW), muscle mass (SLM) and FFM between the two groups ($P > 0.05$). Logistic regression analysis showed that pre-pregnancy BMI ($OR = 1.169$), FPG level ($OR = 1.775$), BFM ($OR = 1.247$) and PBF ($OR = 1.190$) were risk factors for GDM ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that pre-pregnancy BMI and FPG, BFM and PBF levels in early pregnancy had certain predictive value for GDM, and their AUCs were 0.738, 0.779, 0.724 and 0.767, respectively, and the diagnostic AUC of FPG combined with PBF reached 0.854. **Conclusion:** FPG, body composition BFM and PBF in early pregnancy are risk factors for GDM, which can be used as indicators for early screening of GDM.

【Key words】 Gestational diabetes mellitus; Fasting blood glucose; Human body composition; Early pregnancy; Prediction

妊娠期糖尿病 (gestational diabetes mellitus, GDM) 是妊娠期特有的糖代谢异常, 全球发生率约 14%^[1], 我国报道^[2] 的发生率为 14.8% ~ 19.7%, 并且呈现逐年增高之势。GDM 对母儿均有严重不良影响, 可引起母体流产、子痫前期、感染等不良结局, 并使远期糖尿病、心血管疾病的罹患风险增高, 同时还可增加新生儿低血糖、胎儿窘迫、巨大儿、胎儿畸形等的发生^[3-5]。因此, 早期筛查 GDM 并及时

干预对于改善母婴结局有着重要意义,寻找有效预测指标用于 GDM 的防治是临床研究之热点。空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)是诊断糖尿病重要参考指标,有研究^[6]发现,围孕期 FPG 水平越高,孕妇 GDM 的发生风险也越高,提示围孕期 FPG 对于 GDM 的诊断有价值。另外,有研究^[7]显示,孕期体成分指标与 GDM 的发生有着紧密关联,进行体成分分析或可作为 GDM 筛查的新思路。然而,在产检过程中,孕妇的体成分分析并未引起足够重视,其与 GDM 的相关性尚不明确。为此,本研究拟探讨孕早期 FPG、体成分指标与 GDM 的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2023 年 12 月至 2024 年 12 月临沂市妇幼保健院收治的 100 例 GDM 患者为研究对象(GDM 组)。纳入标准:(1)年龄 18~40 岁;(2)自然受孕;(3)单胎妊娠;(4)孕早期进行 FPG 和人体成分检测;(5)孕中期经葡萄糖耐量试验(OGTT)诊断为 GDM^[8],若孕妇存在以下中任何 1 项即可诊断:① FPG ≥ 5.1 mmol/L,②餐后 1 h 血糖 ≥ 10.0 mmol/L,③餐后 2 h 血糖 ≥ 8.5 mmol/L;(6)资料完整。排除标准:(1)孕前患有糖尿病;(2)合并严重代谢疾病;(3)孕前患高血压;(4)合并其他严重妊娠期并发症;(5)恶性肿瘤。另选取同期接受产检的健康孕妇 100 例作为对照组,既往均无糖代谢异常,排除妊娠期并发症。

1.2 方法

1.2.1 一般资料收集 于孕 6~14 周首诊时(建立门诊档案),收集孕妇的年龄、身高、孕前体质量指数(BMI)等资料,记录孕妇产次、糖尿病家族史情况,此外收集孕妇收缩压、舒张压等数据。

1.2.2 糖脂指标检测 孕 6~14 周首诊时,孕妇均完成晨起空腹静脉采集,血液量为 5 mL,经离心(3 000 r/min)分离,留取血清,置于-20℃下保存;对孕妇 FPG 予以检测(葡萄糖氧化酶法),测定孕妇总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)水平(酶比色法),并检测低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)(酶清除法)。

1.2.3 体成分指标检测 孕 6~14 周首诊时,使用人体脂肪成分分析仪(Inbody 270 型,韩国 Biospace 公司)对孕妇进行空腹下体成分指标测定。检测方法:嘱孕妇将膀胱排空,站立约 5 min,然后将鞋袜脱掉,光脚立于电极上,双手呈自然下垂,对体质量进行测量;然后让孕妇双手将仪器手柄抓住,伸直双臂,在全身放松状态下完成测试,整个过程约 2 min,在专业人员指导下完成。收集的体成分指标包括细

胞内水分(intracellular wate, ICW)、细胞外水分(extracellular water, ECW)、体脂肪量(body fat mass, BFM)、肌肉量(skeletal lean mass, SLM)、去脂体质量(fat-free mass, FFM)、体脂百分比(percent body fat, PBF)等。

1.3 统计学分析

用 SPSS 17.0 统计学软件进行数据分析。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较行独立样本 t 检验;计数资料以[$n(\%)$]表示,组间比较行独立样本 χ^2 检验;将单因素分析中有统计学差异的变量纳入 Logistic 回归分析筛选 GDM 的危险因素,各指标对 GDM 的预测价值用受试者工作特征(ROC)曲线分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组对象一般资料比较

与对照组比,GDM 组孕前 BMI、有糖尿病家族史比例和孕早期 FPG 水平均增高($P < 0.05$);两组年龄、身高、血压和血脂等一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 两组对象一般资料比较[$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

资料	GDM 组($n=100$)	对照组($n=100$)	t/χ^2 值	P 值
年龄(岁)	30.45 $\pm$ 3.12	29.67 $\pm$ 2.94	1.819	0.070
身高(cm)	160.78 $\pm$ 7.14	160.23 $\pm$ 6.87	0.555	0.580
孕前 BMI(kg/m ²)	22.48 $\pm$ 2.91	20.51 $\pm$ 2.72	4.946	<0.001
首诊孕周(周)	10.68 $\pm$ 2.12	10.79 $\pm$ 2.31	0.351	0.726
产次			0.439	0.508
初产	74(74.00)	78(78.00)		
经产	26(26.00)	22(22.00)		
糖尿病家族史	16(16.00)	6(6.00)	5.107	0.024
收缩压(mmHg)	119.34 $\pm$ 10.26	120.21 $\pm$ 11.21	0.573	0.568
舒张压(mmHg)	76.87 $\pm$ 8.14	77.69 $\pm$ 9.43	0.658	0.511
FPG(mmol/L)	4.89 $\pm$ 0.41	4.50 $\pm$ 0.36	7.148	<0.001
HbA1c(%)	5.27 $\pm$ 0.39	5.19 $\pm$ 0.34	1.546	0.124
TC(mmol/L)	4.57 $\pm$ 0.72	4.39 $\pm$ 0.58	1.947	0.053
TG(mmol/L)	1.87 $\pm$ 0.55	1.82 $\pm$ 0.49	0.679	0.498
LDL-C(mmol/L)	2.51 $\pm$ 0.38	2.43 $\pm$ 0.33	1.590	0.114
HDL-C(mmol/L)	1.46 $\pm$ 0.36	1.51 $\pm$ 0.32	1.038	0.301

2.2 两组对象体成分指标比较

与对照组比,GDM 组 BFM、PBF 均增高($P < 0.05$);两组 ICW、ECW、SLM 和 FFM 等其他体成分指标比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 GDM 影响因素的多因素 Logistic 回归分析

将 GDM 发生(发生=1,未发生=0)作为因变量,自变量为表 1 和表 2 中存在统计学差异的变量(包括孕前 BMI、糖尿病家族史、FPG、BFM、PBF),经 Logistic 回归分析。得出孕前 BMI($OR = 1.169$)、FPG 水平($OR = 1.775$)及体成分指标 BFM($OR = 1.247$)及 PBF($OR = 1.190$)为 GDM 的危险因素

($P < 0.05$)。见表 3。

表 2 两组对象体成分指标比较($\bar{x} \pm s$)

指标	GDM 组 ($n = 100$)	对照组 ($n = 100$)	t 值	P 值
ICW(L)	18.12 ± 3.58	17.87 ± 3.23	0.518	0.605
ECW(L)	11.54 ± 3.12	11.14 ± 2.89	0.941	0.348
BFM(kg)	19.62 ± 4.62	17.13 ± 4.17	4.207	<0.001
SLM(kg)	37.49 ± 5.67	36.62 ± 4.98	1.153	0.250
FFM(kg)	39.87 ± 5.21	38.83 ± 4.53	1.506	0.134
PBF(%)	33.73 ± 4.64	30.34 ± 4.79	5.083	<0.001

表 3 GDM 影响因素的多因素 Logistic 回归分析

变量	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95% CI
孕前 BMI	0.156	0.063	6.132	0.014	1.169	1.033 ~ 1.322
FPG	0.574	0.211	7.400	0.007	1.775	1.174 ~ 2.685
BFM	0.221	0.074	8.919	0.003	1.247	1.079 ~ 1.442
PBF	0.174	0.068	6.548	0.011	1.190	1.042 ~ 1.360

2.4 各指标对 GDM 的诊断效能

ROC 曲线分析得出,孕前 BMI 及孕早期 FPG、BFM、PBF 水平均对 GDM 有一定预测价值,曲线下面积(AUC)分别为 0.738、0.779、0.724、0.767;不同指标联合预测效能分析发现,FPG、PBF 联合预测的效能最大,其 AUC 达到 0.854,其次为孕前 BMI + FPG(AUC 为 0.841)。见表 4、图 1 及图 2。

表 4 各指标对 GDM 的诊断效能

指标	截断值	AUC 值	95% CI	P 值	敏感度(%)	特异度(%)
孕前 BMI	>21.3 kg/m ²	0.738	0.671 ~ 0.797	<0.001	74.0	65.0
FPG	>4.6 mmol/L	0.779	0.715 ~ 0.835	<0.001	75.0	67.0
BFM	>17.5 kg	0.724	0.656 ~ 0.784	<0.001	74.0	62.0
PBF	>32.3 %	0.767	0.702 ~ 0.824	<0.001	74.0	68.0
孕前 BMI + FPG	-	0.841	0.783 ~ 0.889	<0.001	72.0	83.0
孕前 BMI + PBF	-	0.837	0.778 ~ 0.885	<0.001	81.0	74.0
FPG + BFM	-	0.817	0.756 ~ 0.868	<0.001	89.0	62.0
FPG + PBF	-	0.854	0.798 ~ 0.900	<0.001	79.0	78.0

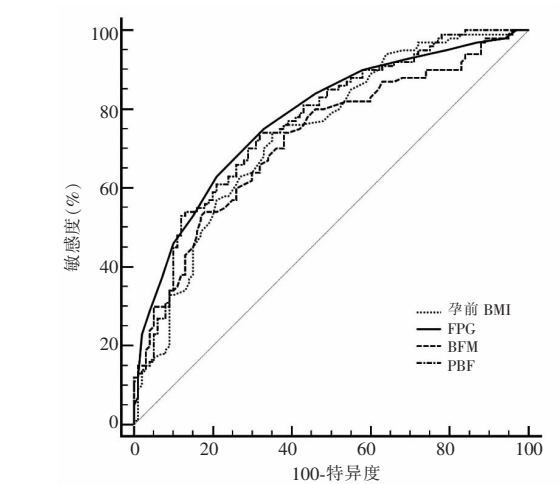


图 1 各指标单独预测 GDM 的 ROC 曲线

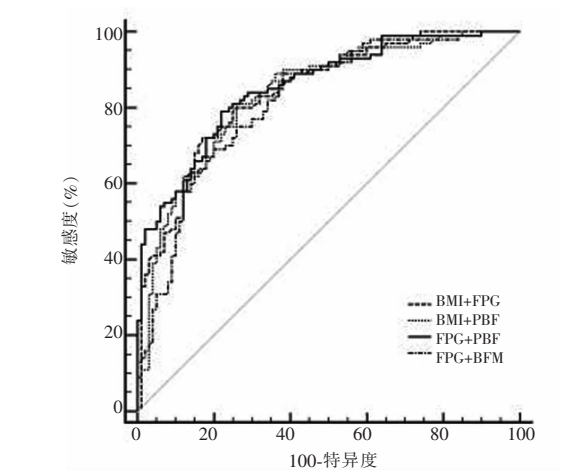


图 2 不同指标联合预测 GDM 的 ROC 曲线

3 讨论

GDM 作为常见的妊娠并发症,与母婴不良结局密切相关,其可显著增加母体发生子痫前期、流产和感染等风险,导致新生儿低血糖、胎儿窘迫、巨大儿、胎儿畸形等发生率增高,并可使母体远期患糖尿病的风险增高^[9-10]。故 GDM 的筛查尤为重要。目前,孕 24 ~ 28 周行 OGTT 试验是诊断 GDM 的金标准,但此时已为孕中期,确诊时间滞后,若能够孕早期寻找有效指标来进行 GDM 的早期筛查,将有助于及时干预,并使母婴结局得到改善。本研究发现,孕前 BMI 及孕早期 FPG 均与 GDM 密切相关。同时对于孕早期体成分分析发现,BFM 以及 PBF 也属于 GDM 的独立危险因素。

孕前 BMI 是 GDM 的危险因素已得到公认^[11]。随着 BMI 上升,内脏脂肪会分泌大量抵抗素等对胰岛细胞因子产生拮抗,进而引起胰岛素敏感性下调,诱发糖代谢紊乱。既往研究^[12]报道,孕前 BMI 越高,孕妇发生 GDM 的风险也随之上升,与本研究一致。说明控制体质量对于 GDM 的防治有着重要作用。

本研究发现,相比对照组,GDM 组孕早期 FPG 水平上升,且 Logistic 回归分析得出,孕早期 FPG 是 GDM 的危险因素。这表明孕早期 FPG 与 GDM 的发生密切相关。故孕早期应用 FPG 有助于识别 GDM 高危人群。Burlina 等^[13]研究报道,孕早期 FPG ≥ 5.11 mmol/L 时会使孕妇 GDM 发生风险提升。Hao 等^[14]研究显示,孕早期 FPG ≥ 4.6 mmol/L 时,孕妇发生 GDM 的风险增高。高血糖是胰岛 β 细胞功能损伤所致糖耐量异常而产生的结果^[15]。本研究还建立 ROC 曲线,评价了孕早期 FPG 对 GDM 的预测能力,其 AUC 为 0.779。说明孕早期 FPG 对 GDM 有预测价值。FPG 获取简便、经济,故通过孕早期 FPG 识别高危 GDM 人群是可行的。

人体成分分析是从微观上研究人体内部组成的方法,能有效评估孕妇身体成分分布。人体成分由多种化学成分构成,包括水、脂肪、蛋白质等,其比例直接关系到健康状况。在体成分分析中,本研究发现,与对照组比,GDM组BFM、PBF均增高,且Logistic回归分析得出,二者均为GDM的独立危险因素。这提示BFM、PBF与GDM的发生密切相关。Li等^[16]研究显示,GDM孕妇BFM、PBF与正常组存在差异。李晓燕等^[17]分析体成分指标与GDM的关系发现,孕早期PBF是GDM的危险因素,与本研究结果类似。BFM是反映总体脂肪分布的一项指标。总体脂肪组织与GDM密切相关,孕早期脂肪堆积是影响GDM发生的重要因素。孕妇孕早期BFM值增高,意味着脂肪组织多,可引起游离脂肪酸大量分泌,导致脂肪毒性;游离脂肪酸还可诱发炎症反应,导致炎症因子分泌增多,进而影响胰岛素的敏感性,诱导胰岛素抵抗,从而增加GDM的风险^[18-19]。PBF能够提示肥胖程度,其水平升高可增加GDM风险,这可能是因为脂肪储备过量会影响胰岛功能,进而影响糖脂代谢。李雍等^[20]研究显示,孕期PBF会增加GDM风险,这支持本研究结果。因此,进行人体成分分析有助于在孕早期识别GDM高危人群,基于此思路进行针对性干预,或许可作为GDM防治的新思路。

本研究应用ROC曲线分析了各指标的预测价值。结果显示,FPG、BFM、PBF水平同样对GDM有一定预测价值,其AUC分别为0.779、0.724、0.767;进一步分析不同联合指标的预测效能发现,FPG、PBF进行联合预测的效能最大,其AUC达到0.854。表明孕早期FPG联合PBF可更好地预测GDM的发生。

综上,孕早期FPG与GDM密切相关,且体成分指标BFM、PBF是GDM的危险因素,在孕早期对这些指标予以检测有助于GDM的防治。

参考文献

[1] Wang H, Li N, Chivese T, *et al.* IDF diabetes atlas: estimation of global and regional gestational diabetes mellitus prevalence for 2021 by international association of diabetes in pregnancy study group's criteria[J]. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 2022, 183: 109050.

[2] 王译鹤, 雋娟, 杨慧霞, 等. 通过干预措施降低超重/肥胖女性妊娠期糖尿病发病率的研究现状[J]. *中华围产医学杂志*, 2024, 27(9): 780-784.

[3] Ye W, Luo C, Huang J, *et al.* Gestational diabetes mellitus and adverse pregnancy outcomes: systematic review and meta-analysis [J]. *BMJ (Clinical Research Ed)*, 2022, 377: e067946.

[4] 王燕, 章小苗, 吴兰. 基于IMB模型的运动干预对妊娠期糖尿病孕妇血糖控制、自我管理能力及妊娠结局的影响[J]. *川北医学院学报*, 2024, 39(9): 1288-1292.

[5] Simmons D, Immanuel J, Hague WM, *et al.* Treatment of gestational diabetes mellitus diagnosed early in pregnancy[J]. *The New England Journal of Medicine*, 2023, 388(23): 2132-2144.

[6] Sesmilo G, Prats P, Garcia S, *et al.* First-trimester fasting glycemia as a predictor of gestational diabetes (GDM) and adverse pregnancy outcomes[J]. *Acta Diabetologica*, 2020, 57(6): 697-703.

[7] 刘丽, 王新玲, 韩亚军, 等. 人体成分与脂肪细胞因子在妊娠期糖尿病患者中的关系研究[J]. *实用妇产科杂志*, 2024, 40(1): 49-53.

[8] 苏日娜, 杨慧霞. 美国糖尿病学会2019年"妊娠期糖尿病诊治指南"介绍(一)[J]. *中华围产医学杂志*, 2019, 22(4): 223-224.

[9] Pan X, Jin X, Wang J, *et al.* Placenta inflammation is closely associated with gestational diabetes mellitus[J]. *American Journal of Translational Research*, 2021, 13(5): 4068-4079.

[10] Borihoonhirunsarn D, Sunsaneewithayakul P, Pannin C, *et al.* Prevalence of early-onset GDM and associated risk factors in a university hospital in Thailand[J]. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 2021, 41(6): 915-919.

[11] Sweeting A, Wong J, Murphy HR, *et al.* A clinical update on gestational diabetes mellitus[J]. *Endocrine Reviews*, 2022, 43(5): 763-793.

[12] 沈磊芬, 施卫琴, 蔡丽文. 孕早期FBG、HbA1c及孕前BMI对妊娠期糖尿病的联合诊断价值[J]. *中国妇幼健康研究*, 2021, 32(2): 205-208.

[13] Burlina S, Dalfrù MG, Belloni P, *et al.* Can the first fasting plasma glucose test in pregnancy predict subsequent gestational complications? [J]. *International Journal of Endocrinology*, 2022, 2022: 963664.

[14] Hao M, Lin L. Fasting plasma glucose and body mass index during the first trimester of pregnancy as predictors of gestational diabetes mellitus in a Chinese population[J]. *Endocrine Journal*, 2017, 64(5): 561-569.

[15] Plows JF, Stanley JL, Baker PN, *et al.* The pathophysiology of gestational diabetes mellitus[J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2018, 19(11): 3342.

[16] Li X, Xu D, Zhang L, *et al.* Correlation of body composition in early pregnancy on gestational diabetes mellitus under different body weights before pregnancy[J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2022, 13: 916883.

[17] 李晓燕, 张庆, 张珂, 等. 孕早期体脂分析对妊娠期糖尿病的预测价值研究[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2021, 37(9): 964-969.

[18] Jin X, Qiu T, Li L, *et al.* Pathophysiology of obesity and its associated diseases[J]. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 2023, 13(6): 2403-2424.

[19] Oh YS, Bae GD, Baek DJ, *et al.* Fatty acid-induced lipotoxicity in pancreatic beta-cells during development of type 2 diabetes[J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2018, 9: 384.

[20] 李雍, 秦勇, 刘伟, 等. 孕期体脂百分比对妊娠期妇女糖尿病影响因素分析[J]. *中国生育健康杂志*, 2021, 32(3): 206-209, 215.

(收稿日期: 2024-12-28 修回日期: 2025-02-16)