·短篇论著·

基于 GBTM 模型分析孕期 TyG 指数动态轨迹与不良妊娠结局的关联

薛爱娇，张宜生

【摘要】目的　探讨孕期甘油三酯-葡萄糖（TyG）指数动态轨迹与不良妊娠结局（APOs）之间的关联。方法　本研究为观察性研究。选取 2025 年 1—12 月宁波市医疗中心李惠利医院收治的 340 例孕妇，收集孕妇一般资料，妊娠结局以及孕早、中、晚期空腹血糖和甘油三酯数值。采用基于群组轨迹模型（GBTM）识别孕期 TyG 指数动态轨迹，稳健 Poisson 回归模型评估不同 TyG 指数轨迹与 APOs 的关系。结果　GBTM 模型识别出两条 TyG 指数变化轨迹，轨迹组 1 的 TyG 指数呈现平稳上升趋势，轨迹组 2 呈现 V 型波动轨迹（孕早期较高，孕中期下降，孕晚期反弹至最高点）。轨迹组 2 孕妇既往妊娠期糖尿病（GDM）史、孕早期体质量指数（BMI）、血压、甘油三酯及 TyG 指数均高于轨迹组 1，年龄低于轨迹组 1，产次少于轨迹组 1（均 $P < 0.05$）。轨迹组 2 孕早期 BMI、血压、TG 及 TyG 指数均高于轨迹组 1（均 $P < 0.05$）；孕中期收缩压、甘油三酯及 TyG 指数短暂低于轨迹组 1，而血糖水平持续高于轨迹组 1（均 $P < 0.05$）；孕晚期甘油三酯及 TyG 指数反超并显著高于轨迹组 1，血糖仍高于轨迹组 1（均 $P < 0.05$）。轨迹组 2 孕妇产后出血率、转新生儿重症监护室（NICU）率、GDM 发生率均高于轨迹组 1（均 $P < 0.05$）。轨迹组 2 是产后出血（RR=2.814）、转 NICU（RR=2.317）的独立危险因素（均 $P < 0.05$）。结论　孕期 TyG 指数动态轨迹可有效识别糖脂代谢异常的高风险人群，其中 V 型轨迹与产后出血及新生儿转 NICU 显著关联。

【关键词】甘油三酯-葡萄糖；群组轨迹模型；不良妊娠结局
DOI:10.3969/j.issn.1671-0800.2026.07.008
【中图分类号】R714.2　【文献标志码】A　【文章编号】1671-0800(2026)07-0736-05

The association between the dynamic trajectory of TyG index during pregnancy and adverse pregnancy outcomes based on the GBTM model

Xue Aijiao[1], Zhang Yisheng[2] (1. Ningbo University School of Medicine, 315211 Ningbo, Zhejiang, China; 2. Ningbo Medical Center Lihuili Hospital)

【Abstract】Objective　To explore the association between the dynamic change trajectory of triglyceride-glucose index (TyG) during pregnancy and adverse pregnancy outcomes (APOs). **Methods**　This study is a observational study. A total of 340 pregnant women admitted to Ningbo Medical Center Lihuili Hospital from January to December 2025 were selected. The general clinical data, pregnancy outcomes, and fasting blood glucose and triglyceride values of the pregnant women in the first, second, and third trimesters of pregnancy were collected. The Group Trajectory model (GBTM) was adopted to identify the dynamic change trajectory of TyG index during pregnancy, and the robust Poisson regression model was used to evaluate the relationship between different TyG trajectories and APOs. **Results**

The GBTM model identified two trajectories of TyG index changes. The TyG index in trajectory group 1 showed a steady upward trend, while that in trajectory group 2 showed a V-shaped fluctuation trajectory (higher in the first trimester, lower in the second trimester, and rebounding to the highest point in the third trimester). The previous history of gestational diabetes mellitus (GDM), body mass index in the first trimester, blood pressure, triglycerides and TyG index of pregnant women in trajectory group 2 were all higher than those in trajectory group 1 (all $P < 0.05$). During the second trimester of pregnancy, the systolic blood pressure, triglycerides and TyG index in trajectory group 2 were briefly lower than those in trajectory group 1, while the blood glucose level remained consistently higher than that in

基金项目：宁波市重点技术研发计划（2023Z185）
作者单位：315000 宁波，宁波大学医学部（薛爱娇）；宁波市医疗中心李惠利医院（张宜生）
通信作者：张宜生，Email：doctorzhangys@139.com

trajectory group 1 (all $P < 0.05$). The postpartum hemorrhage rate (92.9%), the rate of neonatal transfer to NICU, and the incidence of GDM of pregnant women in Trajectory group 2 were all higher than those in trajectory group 1 (all $P < 0.05$). Trajectory group 2 was an independent risk factor for postpartum hemorrhage(*RR*=2.814), and neonatal transfer to the NICU(*RR*=2.317) (all $P < 0.05$). **Conclusions**　The dynamic trajectory of TyG index during pregnancy can effectively identify high-risk populations with abnormal glucose and lipid metabolism. Among them, the V-shaped trajectory is significantly associated with postpartum hemorrhage and neonatal transfer to the NICU, and its predictive value is superior to the single-point TyG value.

【Key words】 Triglyceride-glucose; Group trajectory model; Adverse pregnancy outcomes

[Modern Practical Medicine,2026,38(7):736-740]

不良妊娠结局（adverse pregnancy outcomes，APOs）影响全球约 30%的孕产妇，是威胁母婴健康的重要公共卫生问题[1]。妊娠期糖尿病（gestational diabetes mellitus，GDM）作为最常见 APOs 之一，我国患病率已达 14.8%[2]，其不仅增加子痫前期、巨大儿等近期风险[3]，还与母儿远期代谢综合征密切相关[4]，且常与妊娠期高血压疾病（hypertensive disorders in pregnancy，HDP）、大于胎龄儿（lage for gestational age，LGA）、早产（premature birth，PTB）及产后出血（postpartum hemorrhage，PPH）等并存[5-6]。早期识别 APOs 高危人群对阻断代谢异常的代际传递至关重要。

胰岛素抵抗（insulin resistance，IR）是连接母体代谢异常与 APOs 的核心机制[7]。甘油三酯-葡萄糖（triglyceride-glucose，TyG）指数作为 IR 的便捷评估指标，可综合反映糖脂代谢状态[8]。现有研究证实孕早期 TyG 指数能有效预测 APOs 风险[9-10]，但多局限于单时间点测量，难以捕捉妊娠期代谢的动态演变。基于群组轨迹建模（group-based trajectory modeling，GBTM）可识别纵向数据中的异质性发展轨迹[11]，已成功用于心血管疾病领域 TyG 指数轨迹研究，证实高水平 TyG 轨迹与不良预后显著相关[12-13]。本研究采用 GBTM 识别孕妇孕早期至孕晚期 TyG 指数变化轨迹，探讨不同轨迹组与 APOs 的关联，现报道如下。

1　对象与方法

1.1　研究对象　本研究是观察性研究，选取 2025 年 1－12 月在宁波市医疗中心李惠利医院进行产前检查并分娩、且符合入选标准的孕妇 340 例。纳入标准：（1）年龄≥18 岁，单胎妊娠，在本院定期产检并分娩；（2）孕早期（8 ～ 13 周）、孕中期（14 ～ 28 周）及孕晚期（28 周至分娩前）生化检测数据完整；（3）临床资料完整。排除标准：（1）孕前已诊断为糖尿病或高血压；（2）多胎妊娠；（3）辅助生殖技术受孕；（4）胎儿存在严重先天性畸形或染色体异常；（5）严重感染、创伤或接受可能影响糖脂代谢的药物治疗；（6）临床资料不全。本研究获得宁波市医疗中心李惠利医院医学伦理委员会批准（批件号：李惠利医院伦审 2025 研第 103 号），所有研究对象均签署知情同意书。

1.2　方法　通过电子病历系统收集孕妇的一般资料（年龄、孕次、产次、身高、既往 GDM 史）和妊娠结局[GDM、HDP、LGA、PTB、PPH、剖宫产、新生儿窒息、转新生儿重症监护室（NICU）]。收集孕早、中、晚期空腹血糖（fasting plasma glucose，FPG）和甘油三酯（triglyceride，TG）。TyG 指数计算公式为：TyG=ln（TG×88.5×FPG×18.02/2）。使用 R 软件进行 GBTM 分析，逐步拟合不同组数的轨迹模型，确定最佳轨迹分组方案。主要评估指标包括，平均后验概率（AvePP）：反映个体被正确分配至所属轨迹组的置信程度，AvePP ＞ 0.7 提示分组准确性良好。正确分类概率（OCC）：衡量模型对不同轨迹组的区分能力，OCC ＞ 5 表明模型具有良好的判别效度。贝叶斯信息准则（BIC），该值越小表明在信息准则方面表现最优。赤池信息准则（AIC），该值越小表明模型在拟合优度和简洁性之间取得了越好的平衡。最小组别比例：要求每个轨迹组至少占总研究人群的 5%，以保证组别具有足够的样本量进行后续统计分析。根据最大后验概率规则，将每名孕妇分配至其归属概率最高的轨迹组，形成分类变量 TyG 轨迹组。

1.3　统计方法　采用 R 4.2.0 软件进行统计分析。正态分布连续变量用均数±标准差表示，组间比较采用独立样本 *t* 检验；非正态分布连续变量用中位数（四分位间距）表示，组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验；分类变量比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。基于 GBTM 识别孕期 TyG 指数的纵向变化轨

迹。采用稳健 Poisson 回归模型评估不同 TyG 轨迹组与 APOs 之间的关联。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　TyG 轨迹模型的构建与分组　采用 GBTM 逐步拟合 1 ～ 3 组 TyG 指数变化轨迹模型，见表 1。2 组模型 BIC 值低于 1 组模型和 3 组模型；AIC 值低于 1 组模型，但略高于 3 组模型；2 组和 3 组模型 AvePP 均高于推荐阈值（0.7），3 组模型低于 2 组模型；2 组模型 OCC 高于推荐阈值（5）；2 组模型中，最小组比例为 25.0%。2 组模型在 BIC、AIC、AvePP 及 OCC 等关键指标上均表现最优，且组别比例合理，本研究最终选择 2 组轨迹模型作为最佳分组方案。

2.2　TyG 轨迹识别与分析　GBTM 模型最终识别出两条具有不同变化特征的 TyG 轨迹，根据其变化趋势及水平分别命名为轨迹组 1 和轨迹组 2。轨迹组 1 共纳入 255 例孕妇（75.0%），其 TyG 指数在孕早、中、晚期分别为 9.06±0.55，9.26±0.37，9.43±0.50，呈现缓慢上升趋势。轨迹组 2 共纳入 85 例孕妇（25.0%），其 TyG 指数在孕早期为 9.62±0.50，孕中期降至 8.58±0.22（全孕期最低点），孕晚期急剧反弹至 10.12±0.28，呈现 V 型波动特征。

2.3　不同 TyG 轨迹组基线特征与妊娠结局比较　轨迹组 2 既往 GDM 史比例、BMI、收缩压、舒张压、TG 及 TyG 指数均高于轨迹组 1，年龄低于轨迹组 1，产次少于轨迹组 1（均 $P < 0.05$），见表 2。

轨迹组 2 PPH、转 NICU 发生率均高于轨迹组 1（均 $P < 0.05$）。两组 PTB、LGA、HDP、剖宫产及新生儿窒息差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$），见表 3。

2.4　TyG 轨迹与 APOs 的多因素分析　在 3 个模型中，轨迹组 2 与 PPH、转 NICU 存在关联（均 $P < 0.05$），GDM 在未调整模型中呈显著关联（RR=1.676，$P < 0.05$），但调整混杂因素后关联失去统计学意义，见表 4。

2.5　两组孕妇代谢指标的动态比较　轨迹组 2 孕早期 BMI、收缩压、舒张压、TG 及 TyG 指数均高于轨迹组 1（均 $P < 0.05$）；孕中期收缩压、TG 及 TyG 指数均低于轨迹组 1（均 $P < 0.05$）；孕晚期 TG 及 TyG 指数反超并显著高于轨迹组 1（均 $P < 0.05$），见表 5。

表 1　TyG 轨迹模型拟合结果比较

组数	BIC	AIC	最小组比例	AvePP	OCC
1	2 892.91	2 858.45	100.0%	1.000	∞
2	2 803.03	2 730.28	25.0%	0.990；0.963	33.08；77.77
3	2 833.16	2 722.12	25.6%	0.774；0.968；0.818	4.09；87.90；11.13

注：BIC 为贝叶斯信息准则，AIC 为赤池信息准则，AvePP 为平均后验概率，OCC 为正确分类概率，TyG 为甘油三酯-葡萄糖

3　讨论

本研究应用 GBTM 识别出孕期 TyG 指数的两种异质性轨迹：“相对较低-缓慢上升”型（75.0%）和“中高水平-先降后升”型（25.0%）。后者在孕早期即呈现更高的代谢负荷，且与 PPH、转 NICU 显著关联，这提示 TyG 动态轨迹较单点测量更具临床预测价值。

“中高水平-先降后升”轨迹表现为孕早期 TyG 升高、中期下降、晚期急剧反弹的“V”型波动，可能与妊娠期 IR 的生理演变及代谢代偿失败有关[14]。正常妊娠中，孕晚期 IR 达峰，机体需通过增加胰岛素分泌维持稳态。孕中期 TyG 短暂下降可能反映代偿性调节，孕晚期快速回升则提示代偿崩溃，凸显其代谢调节缺陷[15]。既往研究亦证实，代谢指标的波动性较静态值更能预测不良结局[13,16]。

表 2　不同 TyG 轨迹组孕妇基线特征比较

变量	轨迹组 1（n=255）	轨迹组 2（n=85）	t（Z）[χ^2]值	P 值
年龄（岁）	32.2±6.0	31.3±4.4	2.010	＜0.05
既往 GDM 史[例（%）]	25（9.8）	36（42.4）	[34.090]	＜0.05
孕次（次）	2.00（1.00，3.00）	2.00（1.00，3.00）	（0.176）	＞0.05
产次（次）	1.00（1.00，2.00）	0.00（0.00，1.00）	（7.340）	＜0.05
BMI（kg/m^2）	28.67（25.53，31.25）	33.67（31.54，36.46）	（8.520）	＜0.05
收缩压（mmHg）	117.04±14.36	123.45±11.87	3.577	＜0.05
舒张压（mmHg）	73.17±9.43	76.52±8.67	2.863	＜0.05
TG（mmol/L）	2.29（1.56，3.13）	4.04（2.99，5.13）	（8.020）	＜0.05
FBG（mmol/L）	4.78（4.48，5.12）	4.89（4.42，5.35）	（0.047）	＞0.05
TyG 指数	9.11（8.71，9.42）	9.68（9.34，10.02）	（7.548）	＜0.05

注：TyG 为甘油三酯-葡萄糖，GDM 为妊娠期糖尿病，BMI 为体质量指数，TG 为甘油三酯，FBG 为空腹血糖。1 mmHg≈0.133 kPa

本研究发现轨迹组 2 与 PPH 独立关联（*RR*=2.814），这可能与 IR 状态下高胰岛素血症干扰前列腺素合成、影响子宫收缩，以及血管内皮损伤和凝血-纤溶失衡有关[17-20]。TyG 动态波动可能更准确地反映机体代谢应激状态及其对子宫收缩功能的影响[21]。转 NICU 在完全调整后关联显著，提示孕期 TyG 轨迹与转 NICU 有关。而 PTB 及剖宫产未见显著差异，可能与样本量有限有关。

表 3　不同 TyG 轨迹组孕妇妊娠结局比较　例/例(%)

结局	轨迹组 1（*n*=255）	轨迹组 2（*n*=85）	χ^2 值	*P* 值
PTB	17/254（6.7）	9/85（10.6）	1.365	＞0.05
LGA	15/211（7.1）	4/82（4.9）	0.485	＞0.05
剖宫产	143/255（56.1）	55/84（65.5）	2.297	＞0.05
PPH	85/254（33.5）	79/85（92.9）	90.212	＜0.05
新生儿窒息	8/254（3.1）	1/84（1.2）	0.371[a]	＞0.05
转 NICU	23/254（9.1）	22/84（26.2）	16.060	＜0.05
GDM	39/249（15.7）	27/84（32.1）	1.897	＞0.05
HDP	12/253（4.7）	5/85（5.9）	1.097[a]	＞0.05

注：a 为采用 Fisher 精确检验。TyG 为甘油三酯-葡萄糖，PTB 为早产，LGA 为大于胎龄儿，PPH 为产后出血，NICU 为新生儿重症监护室，GDM 为妊娠期糖尿病，HDP 为妊娠期高血压疾病

既往研究表明，孕早期 TyG 指数可有效预测 GDM、HDP 及 LGA 的发生风险[22-23]，但无法回答“代谢状态如何动态演变”以及“何种变化模式风险最高”等问题。本研究通过 GBTM 揭示“中高水平-先降后升”这一高风险波动模式，为临床风险分层提供了新维度。进一步分析显示，发生 PPH 和转 NICU 的孕妇，其 TyG 水平亦呈现类似的“高-低-高”波动特征，与轨迹模型的分类结果相一致[24]。这提示临床上应对呈现此波动特征的孕妇加强代谢监测，实施营养与体质量管理，并尽早纳入高危管理流程[25]。

表 4　TyG 轨迹与 APOs 的稳健 Poisson 回归分析

结局	*n*	模型 1（95%*CI*）	模型 2（95%*CI*）	模型 3（95%*CI*）
PTB	333	1.694（0.778 ～ 3.689）	2.129（0.848 ～ 5.347）	2.360（0.818 ～ 6.804）
剖宫产	333	1.121（0.921 ～ 1.365）	0.920（0.725 ～ 1.169）	1.025（0.792 ～ 1.326）
PPH	333	2.939（2.449 ～ 3.526）[a]	3.075（2.305 ～ 4.101）[a]	2.814（2.063 ～ 3.840）[a]
转 NICU	332	3.339（1.953 ～ 5.709）[a]	2.280（1.196 ～ 4.344）[a]	2.317（1.181 ～ 4.548）[a]
LGA	287	0.727（0.247 ～ 2.142）	0.615（0.205 ～ 1.839）	0.782（0.218 ～ 2.809）
新生儿窒息	332	0.381（0.048 ～ 3.002）	2.479（0.478 ～ 12.849）	1.394（0.237 ～ 8.219）
GDM	327	1.676（1.074 ～ 2.616）[a]	0.913（0.513 ～ 1.626）	0.739（0.391 ～ 1.396）
HDP	332	1.636（0.625 ～ 4.287）	1.248（0.395 ～ 3.947）	1.326（0.378 ～ 4.645）

注：模型 1 为未调整模型；模型 2 调整年龄、既往 GDM 史、产次、孕早期 BMI、收缩压及空腹血糖；模型 3 在模型 2 基础上进一步调整孕早期 TyG 指数，a*P* ＜ 0.05。TyG 为甘油三酯-葡萄糖，APOs 为不良妊娠结局，PTB 为早产，PPH 为产后出血，NICU 为新生儿重症监护室，LGA 为大于胎龄儿，GDM 为妊娠期糖尿病，HDP 为妊娠期高血压疾病，BMI 为体质量指数

表 5　不同 TyG 轨迹组孕妇孕期动态代谢指标比较

指标		轨迹组 1（*n*=255）	轨迹组 2（*n*=85）	*t*（*Z*）值	*P* 值
BMI（kg/m^2）	孕早期	28.69（25.59，31.25）	33.57（31.54，36.23）	（8.520）	＜0.05
	孕中期	30.27（27.32，32.46）	29.38（27.34，31.36）	（1.068）	＞0.05
	孕晚期	32.78±4.26	32.26±3.62	1.088	＞0.05
收缩压（mmHg）	孕早期	117.25±14.50	122.85±11.67	3.577	＜0.05
	孕中期	120.00（111.00，126.00）	116.00（106.00，124.00）	（2.130）	＜0.05
	孕晚期	126.00（119.00，134.00）	121.00（109.75，126.00）	（4.662）	＜0.05
舒张压（mmHg）	孕早期	72.00（67.00，80.00）	77.50（70.00，82.00）	（2.863）	＜0.05
	孕中期	70.00（64.00，77.00）	74.00（70.00，80.00）	（2.817）	＜0.05
	孕晚期	76.00（70.00，82.00）	71.50（64.75，78.00）	（4.039）	＜0.05
FBG（mmol/L）	孕早期	4.78（4.48，5.13）	4.75（4.42，5.29）	（0.047）	＞0.05
	孕中期	4.66（4.34，4.96）	4.89（4.59，5.11）	（3.623）	＜0.05
	孕晚期	4.37（4.00，5.09）	4.60（4.29，4.91）	（2.752）	＜0.05
TG（mmol/L）	孕早期	2.36（1.59，3.21）	3.91（2.83，5.01）	（8.020）	＜0.05
	孕中期	2.83（2.28，3.40）	1.37（1.17，1.63）	（12.678）	＜0.05
	孕晚期	3.29（2.62，4.46）	6.93（5.93，7.92）	（10.815）	＜0.05
TyG 指数	孕早期	9.11（8.73，9.43）	9.65（9.32，9.92）	（7.548）	＜0.05
	孕中期	9.26±0.37	8.58±0.22	20.336	＜0.05
	孕晚期	9.36（9.08，9.81）	10.14（9.94，10.30）	（10.369）	＜0.05

注：BMI 为体质量指数，TG 为甘油三酯，FBG 为空腹血糖，TyG 为甘油三酯-葡萄糖指数。1 mmHg≈0.133 kPa

本研究存在以下局限性：（1）样本量相对有限，且为单中心研究，可能影响结果的外推。（2）TyG 指数的测量仅涵盖孕早、中、晚 3 个时间点，未能捕捉更细致的动态变化。（3）尽管调整了多种混杂因素，但仍可能存在未测量的混杂因素（如饮食结构、体力活动、心理因素等）影响研究结果。（4）未探讨 TyG 轨迹干预的可能性及其对结局的改善效果。

综上所述，孕期 TyG 动态轨迹可有效识别高危人群，“中高水平-先降后升”型与 PPH 及新生儿转入 NICU 显著相关。未来需多中心研究验证并探索轨迹指导下的个体化干预策略，以改善母婴结局。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　薛爱娇：分析数据、撰写文章；张宜生：修改文章和工作支持

参　考　文　献

[1] Rich-Edwards J W, Fraser A, Lawlor D A, et al. Pregnancy characteristics and women's future cardiovascular health: An underused opportunity to improve women's health?[J]. Epidemiol Rev, 2014, 36(1): 57-70.

[2] Gao C, Sun X, Lu L, et al. Prevalence of gestational diabetes mellitus in mainland China: A systematic review and meta-analysis[J]. J Diabetes Investig, 2019,10(1):154-162.

[3] Bianco M E, Josefson J L. Hyperglycemia during pregnancy and long-term offspring outcomes[J]. Curr Diabetes Rep, 2019, 19(12): 143.

[4] Abokaf H, Shoham-Vardi I, Sergienko R, et al. In utero exposure to gestational diabetes mellitus and long term endocrine morbidity of the offspring[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2018, 144: 231-235.

[5] Crump C, Sundquist J, Sundquist K. Adverse pregnancy outcomes and long-term mortality in women[J]. JAMA Intern Med, 2024, 184(6): 631.

[6] Venkatesh K K, Khan S S, Yee L M, et al. Adverse pregnancy outcomes and predicted 30-year risk of maternal cardiovascular disease 2-7 years after delivery[J]. Obstet Gynecol, 2024, 143(6): 775-784.

[7] Gupta A, Sharma S, Dubey K, et al. A study of association of insulin resistance with pregnancy-induced hypertension[J]. J Assoc Physicians Ind, 2024, 72(8): 52-54.

[8] Jiang Y J, Lai X Y. Association between the triglyceride glucose index, triglyceride-glucose body mass index and diabetic kidney disease in adults with newly diagnosed type 2 diabetes[J]. Front Med, 2024, 11: 1328601.

[9] Li H B, Miao C, Liu W J, et al. First-trimester triglyceride-glucose index and risk of pregnancy-related complications: A prospective birth cohort study in southeast China[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2022, 15: 3705-3715.

[10] You Y, Hu H F, Cao C C, et al. Association between the triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio and the risk of gestational diabetes mellitus: A second analysis based on data from a prospective cohort study[J]. Front Endocrinol, 2023, 14: 1153072.

[11] van der Nest G, Passos V L, Candel M J J M, et al. An overview of mixture modelling for latent evolutions in longitudinal data: Modelling approaches, fit statistics and software[J]. Adv Life Course Res, 2020, 43:100323.

[12] Nguena Nguefack H L, Pagé M G, Katz J, et al. Trajectory modelling techniques useful to epidemiological research: A comparative narrative review of approaches[J]. Clin Epidemiol, 2020, 12: 1205-1222.

[13] Hou Q C, Zhang H W, Zhang R, et al. Corrigendum: Relationship between the longitudinal trajectory of the triglyceride-glucose index and the development of CKD: An 8-year retrospective longitudinal cohort study[J]. Front Endocrinol, 2024, 15: 1433515.

[14] Rajamoorthi A, Zheng H, Skowronski A A, et al. Association of gestational and childhood circulating C-peptide concentrations in the hyperglycemia and adverse pregnancy outcomes follow-up study[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2025, 220: 111967.

[15] Gurza G, Martínez-Cruz N, Lizano-Jubert I, et al. Association of the triglyceride-glucose index during the first trimester of pregnancy with adverse perinatal outcomes[J]. Diagnostics (Basel), 2025, 15(9): 1129.

[16] Wang Y, Chen X Y, Shi J, et al. Relationship between triglyceride-glucose index baselines and trajectories with incident cardiovascular diseases in the elderly population[J]. Cardiovasc Diabetol, 2024, 23(1): 6.

[17] Yunas I, Islam M A, Sindhu K N, et al. Causes of and risk factors for postpartum haemorrhage: A systematic review and meta-analysis[J]. Lancet, 2025, 405(10488): 1468-1480.

[18] Kc K, Shakya S, Zhang H. Gestational diabetes mellitus and macrosomia: A literature review[J]. Ann Nutr Metab, 2015, 66(Suppl 2): 14-20.

[19] Lucas I M, Barr E L M, Barzi F, et al. Gestational diabetes is associated with postpartum hemorrhage in Indigenous Australian women in the PANDORA study: A prospective cohort[J]. Int J Gynecol Obstet, 2021, 155(2): 296-304.

[20] Laway B A, Baba M S. Sheehan syndrome: Cardiovascular and metabolic comorbidities[J]. Front Endocrinol, 2023, 14: 1086731.

[21] He X H, He X Q, Zhou Y B, et al. Associations between triglyceride-glucose index in the early trimester of pregnancy and adverse pregnancy outcomes[J]. BMC Pregnancy Childbirth, 2025, 25(1): 986.

[22] Poveda N E, Garcés M F, Darghan A E, et al. Triglycerides/glucose and triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol indices in normal and preeclamptic pregnancies: A longitudinal study[J]. Int J Endocrinol, 2018, 2018: 8956404.

[23] Liu P J, Liu Y P, Ma L K, et al. The predictive ability of two triglyceride-associated indices for gestational diabetes mellitus and large for gestational age infant among Chinese pregnancies: A preliminary cohort study[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2020, 13: 2025-2035.

[24] Nagin D S, Jones B L, Elmer J. Recent advances in group-based trajectory modeling for clinical research[J]. Annu Rev Clin Psychol, 2024, 20 (1): 285-305.

[25] Barbouni K, Jotautis V, Metallinou D, et al. When weight matters: How obesity impacts reproductive health and pregnancy-a systematic review[J]. Curr Obes Rep, 2025, 14(1): 37.

收稿日期：2026-03-24

（本文编辑：孙海儿）