

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2023.11.006
文章编号: 1005-8982 (2023) 11-0032-05

妊娠糖尿病专题·论著

孕中期孕妇体力活动、增重速率及APN水平 与妊娠糖尿病的关系*

刘海云, 崔爱民, 冒丽静

(南通市妇幼保健院 妇产科, 江苏 南通 226026)

摘要: **目的** 探讨孕中期孕妇体力活动、增重速率及脂联素(APN)水平在妊娠糖尿病(GDM)发生、发展中的作用。**方法** 选取2019年1月—2022年7月在南通市妇幼保健院治疗的GDM孕妇120例(GDM组), 同时选取健康孕妇360例为对照组。比较两组孕妇的血红蛋白(Hb)、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)、总胆固醇(TC)、总胆红素(TBIL)、直接胆红素(DBIL)水平, 以及体力活动、增重速率; 采用酶联免疫吸附试验检测血清APN水平; 影响因素的分析采用多因素Logistic回归模型。**结果** GDM组的年龄、孕前体质量指数、糖尿病家族史占比和孕期喜食甜食占比高于对照组($P < 0.05$), GDM组体力活动程度占比低于对照组($P < 0.05$), GDM组的增重速率高于对照组 ($P < 0.05$), GDM组的TG高于对照组($P < 0.05$), 而TBIL、DBIL和APN低于对照组($P < 0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示, 年龄 [$\hat{OR} = 2.440(95\% \text{ CI: } 1.401, 4.249)$]、孕前体质量指数 [$\hat{OR} = 2.748(95\% \text{ CI: } 1.704, 4.434)$]、糖尿病家族史 [$\hat{OR} = 1.759(95\% \text{ CI: } 1.232, 2.514)$]、体力活动 [$\hat{OR} = 0.513(95\% \text{ CI: } 0.343, 0.767)$]、增重速率 [$\hat{OR} = 2.059(95\% \text{ CI: } 1.222, 3.467)$]和APN [$\hat{OR} = 0.509(95\% \text{ CI: } 0.332, 0.778)$]是GDM发生的影响因素($P < 0.05$)。**结论** 体力活动、增重速率、APN是GDM的独立影响因素, 在孕期过程中应加以重视。

关键词: 妊娠糖尿病; 体力活动; 增重速率; 脂联素; 影响因素

中图分类号: R587.1

文献标识码: A

Study on synergistic effects of physical activity, weight gain rate, and APN levels of pregnant women in second trimester on risk of GDM*

Liu Hai-yun, Cui Ai-min, Mao Li-jing

(Department of Obstetrics and Gynecology, Nantong Maternal and Child Health Hospital, Nantong, Jiangsu 226026, China)

Abstract: Objective To explore the role of physical activity, weight gain rate, and adiponectin (APN) in the development of gestational diabetes mellitus (GDM) in the second trimester. **Methods** From January 2019 to July 2022, 120 cases of GDM parturients treated in our hospital (GDM group) were selected, and 360 cases of normal parturients were selected as the control group (control group). The differences in clinical data, physical activity, weight gain rate, APN, and other indicators between the two groups were compared. **Results** Age, body mass index (BMI) before pregnancy, family history of diabetes, and the dessert prone ratio in pregnancy in the GDM group were higher than the control group, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The comparison of physical activity degree between GDM group and control group was statistically significant ($P < 0.05$), and GDM group was

收稿日期: 2022-11-28

* 基金项目: 江苏省科技厅自然科学基金项目(No.:BK20191213)

[通信作者] 崔爱民, E-mail: cam85207911@163.com; Tel: 13861900667

lower than control group. Difference of weight gain rate between GDM group and control group was statistically significant ($P < 0.05$), and GDM group was higher than control group. The comparison of triglyceride (TG), total bilirubin (TBIL), direct bilirubin (DBIL), and APN between GDM group and control group showed statistically significant differences ($P < 0.05$). TG in GDM group was higher than that in control group, while TBIL, DBIL, and APN were lower than that in control group ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that: age [$\hat{OR} = 2.440$ (95% CI: 1.401, 4.249)], BMI before pregnancy [$\hat{OR} = 2.748$ (95% CI: 1.704, 4.434)], family history of diabetes [$\hat{OR} = 1.759$ (95% CI: 1.232, 2.514)], physical activity degree [$\hat{OR} = 0.513$ (95% CI: 0.343, 0.767)], weight gain rate [$\hat{OR} = 2.059$ (95% CI: 1.222, 3.467)], and APN [$\hat{OR} = 0.509$ (95% CI: 0.332, 0.778)] were influence factors of GDM ($P < 0.05$). **Conclusion** Physical activity, weight gain rate, APN are independent influencing factors of GDM, which should be paid attention to during pregnancy.

Keywords: gestational diabetes mellitus; exercise; weight gain rate; adiponectin; influence factors

妊娠糖尿病 (gestational diabetes mellitus, GDM) 通常是指在怀孕期间, 孕妇第一次发生或发现的糖代谢异常^[1]。GDM 是目前最常见的妊娠并发症, 超重和肥胖、晚育、GDM 既往史、2 型糖尿病家族史是 GDM 的主要危险因素^[2]。孕中期体重增速过快与妊娠期并发症, 如高血压、甲状腺功能减退症、高脂血症及分娩巨大儿的发生密切相关^[3]。有研究表明, 脂联素 (Adiponectin, APN) 具有减轻胰岛素抵抗、降低血糖的作用, 对 2 型糖尿病的发病具有保护作用^[4-5]。有研究报道, 孕期进行中度及以上水平体力活动对孕妇及胎儿健康具有促进作用^[6]。但上述因素与 GDM 的关系尚不明确, 因此, 本研究选取 GDM 孕妇 120 例, 探讨孕中期孕妇体力活动、增重速率及 APN 水平在 GDM 发生、发展中的作用。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2019 年 1 月—2022 年 7 月在南通市妇幼保健院治疗的 GDM 孕妇 120 例为观察组 (GDM 组), 孕周 24~28 周, 平均 (26.03 ± 1.02) 周; 同时选取健康孕妇 360 例为对照组, 孕周 24~28 周, 平均 (26.00 ± 1.04) 周。纳入标准: ①孕周 24~28 周; ②GDM 符合美国糖尿病协会 (ADA) 和欧洲糖尿病研究协会 (EASD) 的诊断标准^[7]; ③单胎妊娠; ④孕妇及家属均知情同意。排除标准: ①孕前有激素、利尿剂等影响代谢药物使用史; ②合并有肝肾功能障碍、恶性肿瘤、免疫系统疾病、甲状腺疾病等其他疾病; ③孕前已确诊有糖尿病者。

1.2 GDM 孕妇的干预方法

1.2.1 饮食治疗 所有 GDM 孕妇均接受饮食治疗。每日摄入总能量应根据不同妊娠前体质量和

妊娠期体质量增长速度而定, 热卡分配: 碳水化合物占 50%~60%, 蛋白质 15%~20%, 脂肪 25%~30%; 早餐摄入 10%~15% 热卡, 午餐和晚餐各 30%, 每次加餐 (共 3 次) 各占 5%~10%。

1.2.2 运动疗法 可降低妊娠期基础胰岛素抵抗, 每餐 30 min 后进行一种低至中等强度的有氧运动对母儿无不良影响, 可自 10 min 开始, 逐步延长至 30 min。

1.2.3 药物治疗 大多数 GDM 孕妇通过生活方式的干预即可使血糖达标, 不能达标的 GDM 孕妇应首先推荐应用胰岛素控制血糖。

1.3 观察指标

应用日本日立公司 7170a 型全自动生化分析仪检测受检孕妇血清的血红蛋白 (Hb)、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)、总胆红素 (TBIL)、直接胆红素 (DBIL) 水平; 应用酶联免疫吸附试验检测血清 APN 水平。

1.4 孕妇体力活动程度评估

采用国际体力活动问卷 (IPAQ)^[8]评估孕妇体力活动, 其中体力活动总量 < 600 MET-min/周为体力活动不足, 600~3 000 MET-min/周为体力活动充足, >3 000 MET-min/周为体力活动活跃。

1.5 孕妇中晚期体质量增重速率分级分类

采用 2021 年中国营养学会首次发布的《中国妇女妊娠期体重监测与评价》^[9]标准对孕妇中晚期体质量增重速率的分级进行分类。分类包括增重速率过慢组, 即孕中晚期增重速率低于推荐范围者; 增重速率正常组, 即孕中晚期增重速率在推荐范围内者; 增重速率过快组, 即孕中晚期增重速率高于推荐范围者。

1.6 统计学方法

数据分析采用 SPSS 22.0 统计软件, 计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 比较用 t 检验; 计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较采用 χ^2 检验; 等级资料以等级表示, 比较采用秩和检验; 影响因素的分析采用多因素 Logistic 回归模型。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料比较

两组孕妇的年龄、孕前体质量指数、糖尿病家族史占比和孕期喜食甜食占比比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); GDM 组高于对照组。两组孕妇

的孕周、孕妇类型、文化程度、家庭月收入、孕前腰围、孕次比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 两组体力活动、增重速率比较

两组孕妇的体力活动程度占比比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); GDM 组低于对照组。两组孕妇的增重速率比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); GDM 组高于对照组。见表 2。

2.3 两组血清指标比较

两组孕妇的 TG、TBIL、DBIL 和 APN 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); GDM 组 TG 高于对照组, 而 TBIL、DBIL 和 APN 低于对照组 ($P < 0.05$)。两组孕妇的 Hb、TC、HDL-C 和 LDL-C 比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 3。

表 1 两组一般资料比较

组别	n	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	孕周 ($\bar{x} \pm s$)	孕妇类型 例(%)		文化程度 例(%)		家庭月收入 例(%)	
				初产妇	经产妇	高中及以上	高中以下	<5 000 元/人	≥5 000 元/人
GDM 组	120	31.10 ± 2.83	26.03 ± 1.02	74(61.67)	46(38.33)	86(71.67)	34(28.33)	45(37.5)	75(62.5)
对照组	360	29.30 ± 3.01	26.00 ± 1.04	211(58.61)	149(41.39)	243(67.5)	117(32.5)	141(39.17)	219(60.83)
t/χ^2 值		5.757	0.275	0.348		0.725		0.105	
P 值		0.000	0.783	0.555		0.395		0.746	

组别	孕前腰围/(cm, $\bar{x} \pm s$)	孕前体质量指数/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	孕次 例(%)		糖尿病家族史 例(%)		孕期喜食甜食 例(%)	
			1 次	≥2 次	有	无	是	否
GDM 组	73.38 ± 4.54	23.65 ± 2.10	87(72.5)	33(27.5)	32(26.67)	88(73.33)	55(45.83)	65(54.17)
对照组	73.01 ± 4.60	21.14 ± 2.04	249(69.17)	111(30.83)	34(9.44)	326(90.56)	87(24.17)	273(75.83)
t/χ^2 值	0.766	11.587	0.476		22.509		20.282	
P 值	0.444	0.000	0.490		0.000		0.000	

表 2 GDM 组和对照组体力活动、增重速率比较

组别	n	体力活动 例(%)			增重速率/(kg/周, $\bar{x} \pm s$)
		不足	充足	活跃	
GDM 组	120	65(54.17)	35(29.17)	20(16.67)	0.55 ± 0.19
对照组	360	98(27.22)	150(41.67)	112(31.11)	0.42 ± 0.20
Z/t 值		-5.079			6.243
P 值		0.000			0.000

2.4 影响 GDM 发生的多因素 Logistic 回归分析

以是否发生 GDM 作为因变量 (0 = 发生, 1 = 未发生), 将年龄、孕前体质量指数、增重速率、TG、

TBIL、DBIL 和 APN 水平 (赋值为实测值), 糖尿病家族史 (0 = 有, 1 = 无)、孕期喜食甜食 (0 = 是, 1 = 否)、体力活动 (0 = 不足, 1 = 充足, 2 = 活跃) 为自变量, 纳入多因素 Logistic 回归分析模型 ($\alpha = 0.05$), 结果显示: 年龄 [$\hat{OR} = 2.440$ (95% CI: 1.401, 4.249)], 孕前体质量指数 [$\hat{OR} = 2.748$ (95% CI: 1.704, 4.434)], 糖尿病家族史 [$\hat{OR} = 1.759$ (95% CI: 1.232, 2.514)], 体力活动 [$\hat{OR} = 0.513$ (95% CI: 0.343, 0.767)], 增重速率 [$\hat{OR} = 2.059$ (95% CI: 1.222, 3.467)] 和 APN [$\hat{OR} = 0.509$ (95% CI: 0.332, 0.778)] 是 GDM 发生的影响因素 ($P < 0.05$)。见表 4。

表 3 GDM 组和对照组血清指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	Hb/(g/L)	TG/(mol/L)	TC/(mmol/L)	HDL-C/(mmol/L)	LDL-C/(mmol/L)	TBIL/(mmol/L)	DBIL/(mmol/L)	APN/(mg/L)
GDM 组	120	124.32 ± 11.23	1.84 ± 0.82	5.21 ± 1.01	1.65 ± 0.41	3.20 ± 0.92	11.02 ± 2.23	3.60 ± 1.01	5.04 ± 1.14
对照组	360	123.03 ± 12.40	1.60 ± 0.88	5.02 ± 0.98	1.61 ± 0.38	3.26 ± 1.00	12.43 ± 2.02	4.50 ± 1.02	7.20 ± 1.21
t 值		1.010	2.631	1.825	0.979	-0.580	-6.449	-8.391	-17.177
P 值		0.313	0.009	0.069	0.328	0.562	0.000	0.000	0.000

表 4 影响 GDM 发生的多因素 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S _b	Wald χ^2 值	P 值	OR	95% CI	
						下限	上限
年龄	0.892	0.283	9.935	0.000	2.440	1.401	4.249
孕前体质量指数	1.011	0.244	17.168	0.000	2.748	1.704	4.434
糖尿病家族史	0.565	0.182	9.637	0.000	1.759	1.232	2.514
孕期喜食甜食	0.232	0.403	0.331	0.489	1.261	0.572	2.778
体力活动	-0.667	0.205	10.586	0.000	0.513	0.343	0.767
增重速率	0.722	0.266	7.367	0.000	2.059	1.222	3.467
TG	0.212	0.405	0.274	0.565	1.236	0.559	2.734
TBIL	-0.132	0.556	0.056	0.889	0.876	0.295	2.606
DBIL	-0.104	0.782	0.018	0.943	0.901	0.195	4.173
APN	-0.676	0.217	9.705	0.000	0.509	0.332	0.778

3 讨论

GDM 是指在怀孕期间出现或首次发现的糖耐量异常, 是最常见的妊娠并发症之一^[10]。越来越多的研究表明, GDM 是未来母体和后代心脏代谢疾病的危险因素^[11]。由于流行病学因素的影响, 包括育龄妇女肥胖率增加和孕产妇年龄增大, 以及国际糖尿病协会和妊娠研究组修订标准和诊断程序的实施, 近年来 GDM 的患病率持续上升^[12]。研究表明, 孕期体重过大容易导致 GDM 孕妇妊娠不良结局和分娩期并发症的发生^[13]。GDM 孕妇血清 APN 水平与异常妊娠的风险有关^[14-15]。本研究探讨了孕妇孕中期体力活动、增重速率及 APN 水平在 GDM 发生、发展中的作用, 为临床对 GDM 孕妇制订干预方案、改善妊娠结局具有重要价值。

本研究比较 GDM 组和对照组的临床一般资料, 结果显示 GDM 组孕妇的年龄、孕前体质量指数、糖尿病家族史占比和孕期喜食甜食占比明显高于对照组。有研究表明, 年龄和孕前体质量指数与 GDM 的发病有关, 年龄和孕前体质量指数越大, GDM 的风险越高^[16]。GDM 发病通常会受到遗传因素和环境因素的影响, 有文献报道糖尿病家族史

是 GDM 的独立危险因素^[17]。GDM 的发病机制与 2 型糖尿病类似, 胰岛素抵抗和胰岛素分泌障碍在其发病过程中扮演着重要角色^[18]。孕期大量吃甜食可导致孕妇体重增长过快, 甚至出现肥胖, 加重胰岛素抵抗, 从而增加 GDM 的发病风险。因此年龄、孕前体质量指数、糖尿病家族史和孕期喜食甜食与 GDM 发病有关。

本研究比较两组孕妇的体力活动和增重速率, 结果发现 GDM 组的体力活动程度较低、增重速率较高。胰岛素抵抗是 GDM 发病的重要因素之一, 适当增加体力活动能够促进脂肪代谢, 降低体循环中炎症因子水平, 提高胰岛功能, 增加机体对胰岛素的敏感性, 有效缓解胰岛素抵抗^[19]。因此孕妇增加体力活动可降低 GDM 的发生风险。肥胖可以降低机体对胰岛素的敏感性, 孕妇增重速率过快, 导致胎盘分泌胰岛素拮抗激素从而产生生理性胰岛素抵抗现象, 容易诱发机体糖代谢紊乱, 增加 GDM 患病风险^[20]。

本研究还比较了两组的血清指标, 结果显示 GDM 组的 TG 高于对照组, 而 TBIL、DBIL 和 APN 低于对照组。有研究表明, TG 水平升高是 GDM 发

病的独立危险因素,而TBIL和DBIL是GDM发病的保护性因素^[21]。TG水平升高表明孕妇存在脂质代谢紊乱,容易引发胰岛功能受损,出现胰岛素抵抗和体内糖代谢紊乱,最终引发GDM。血清胆红素具有内源性抗氧化作用,孕妇体内的血清胆红素水平升高时,可以通过其抗氧化作用来降低机体受到氧化应激损伤的程度。此外,血清胆红素还具有胰岛素增敏作用,可以发挥预防和治疗GDM的作用。有研究报道,APN由脂肪组织分泌,以多聚体形式存在于血液循环中,可以降低胰岛素抵抗、增强胰岛素功能,具有降血糖、抗炎及保护心脏的作用^[22]。血清APN水平降低与GDM的发生有关。因此,TG水平升高及TBIL、DBIL和APN水平降低,与GDM的发病密切相关。多因素Logistic回归分析结果显示,年龄、孕前体质指数、糖尿病家族史、体力活动、增重速率和APN是GDM发生的影响因素。这一结果进一步说明了这些因素与GDM的发病密切相关。

综上所述,体力活动、增重速率及APN是GDM患病的独立影响因素,可辅助临床评估GDM的发生风险,应鼓励孕妇进行适宜活动,监测体重增长速度,若出现增重过快应通过饮食控制和运动干预进行调控。同时应密切监测血清APN值,根据上述因素的变化制订早期干预措施。

参 考 文 献 :

- [1] 黄娜,周英凤,李丽,等.妊娠期糖尿病孕妇血糖管理决策行为及影响因素的研究[J].中华护理杂志,2021,56(9):1312-1317.
- [2] 钟鑫,黄秋红,覃尹,等.不同运动方式对妊娠期糖尿病患者代谢指标及妊娠结局的影响研究[J].中国全科医学,2022,25(6):699-705.
- [3] 华雯,张丽君,卢莎,等.孕中晚期增重速率对妊娠期糖尿病孕妇妊娠期并发症和分娩结局的影响研究[J].中国全科医学,2022,25(29):3621-3626.
- [4] 卢廷莲,杨曼,杨莹,等.脂联素基因3非编码区遗传变异与中国人人群2型糖尿病的相关性研究[J].中国糖尿病杂志,2021,29(9):669-674.
- [5] 杨琪,董佳萍,谢琳琳,等.金雀异黄素通过脂联素和RBP4途径调节PCOS-IR大鼠的胰岛素抵抗作用[J].现代食品科技,2022,38(9):1-9.
- [6] 肖笛,贺芳.2020年美国妇产科医师学会《怀孕期间及产后期间的体能活动及运动》解读[J].实用妇产科杂志,2021,37(11):825-828.
- [7] DAVIES M J, ARODA V R, COLLINS B S, et al. Management of hyperglycemia in type 2 diabetes, 2022. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD)[J]. Diabetes Care, 2022, 45(11): 2753-2786.

- [8] 屈宁宁,李可基.国际体力活动问卷中文版的信度和效度研究[J].中华流行病学杂志,2004,25(3):265-268.
- [9] 中国营养学会.中国妇女妊娠期体重监测与评价[EB/OL].(2021-9-1)[2022-4-20].https://www.cnsoc.org/otherNotice/files/@CmsXh_c88f6af4-39ec-4151-83da-a0b92078fdb5.pdf.
- [10] 武冬娜,石喜习,朱童.血清PBP4、mALB、UACR检测诊断妊娠期糖尿病孕妇早期肾功能损伤价值[J].中国计划生育学杂志,2022,30(1):147-150.
- [11] 徐庆丽,燕巍,李志刚,等.妊娠期糖尿病孕妇血清SHBG水平与胰岛素分泌及不良妊娠结局关系[J].中国计划生育学杂志,2022,30(1):50-54.
- [12] 谷沁,夏英倩,朱亦清,等.妊娠期糖尿病孕妇一日门诊饮食个体化指导对血糖控制、体质量增速和妊娠结局的影响分析[J].上海交通大学学报(医学版),2022,42(2):185-191.
- [13] 王颖,张丽君,辛佳芮,等.孕前体重指数异常与孕期高血脂水平的交互作用对妊娠期糖尿病发病的影响[J].中国医学科学院学报,2022,44(1):1-8.
- [14] 韩宏秀,杜雪丽.妊娠早期血清脂联素水平对妊娠期糖尿病的预测价值[J].中国妇幼保健,2022,37(2):199-201.
- [15] 杜雪丽,王培.妊娠期糖尿病孕妇孕中期血清脂联素水平变化及其临床意义[J].检验医学与临床,2022,19(2):157-159.
- [16] 安慧杰,高珊.妊娠期糖尿病患者孕期连续72h血糖波动及其与孕前体质指数的相关性[J].山东医药,2021,61(6):48-50.
- [17] 成德翠,李菲菲,周学欣,等.高龄、肥胖、早孕期体重增长、一级亲属糖尿病家族史单因素以及复合因素对妊娠期糖尿病发病的影响[J].现代妇产科进展,2021,30(5):341-345.
- [18] 魏敏,唐秦,赵林,等.血清性激素结合球蛋白、C1q/肿瘤坏死因子相关蛋白6水平与妊娠期糖尿病患者胰岛素抵抗、糖脂代谢的相关性[J].临床内科杂志,2021,38(8):534-536.
- [19] 王晔,廖婵娟,林美美,等.妊娠期糖尿病患者血清细胞外囊泡来源的miR-122激活IKK β /NF- κ B信号通路导致妊娠大鼠胰岛素抵抗的机制分析[J].中国妇幼保健,2022,37(11):2075-2079.
- [20] 范岩峰,钟红秀,李丽榕,等.营养干预对妊娠期糖尿病孕妇孕中期体重增长和血脂代谢水平及分娩结局的影响[J].中国实用妇科与产科杂志,2022,38(9):929-933.
- [21] 董小蕊,王亮,杜晓琴,等.妊娠期糖尿病孕妇血清miRNA-137表达与新生儿高胆红素血症的关系研究[J].东南大学学报(医学版),2021,40(6):754-759.
- [22] 郭倩,高玉敏,李乌云塔娜,等.蒙古族瘦素受体、脂联素受体基因多态性与2型糖尿病交互作用研究[J].实用医学杂志,2022,38(1):57-61.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 刘海云,崔爱民,冒丽静.孕中期孕妇体力活动、增重速率及APN水平与妊娠糖尿病的关系[J].中国现代医学杂志,2023,33(11):32-36.

Cite this article as: LIU H Y, CUI A M, MAO L J. Study on synergistic effects of physical activity, weight gain rate, and APN levels of pregnant women in second trimester on risk of GDM[J]. China Journal of Modern Medicine, 2023, 33(11): 32-36.