

双胎妊娠孕前体重指数和孕期体重增加与母婴结局关联性探究

李雪静^{1,2}, 李易蓉², 陈秀丽², 武海英^{2*}

¹新乡医学院, 河南 郑州

²河南省人民医院产科, 河南 郑州

收稿日期: 2025年4月23日; 录用日期: 2025年5月16日; 发布日期: 2025年5月27日

摘要

目的: ppBMI和GWG对妊娠结局的调控作用始终是围产医学研究的核心命题, 本研究将对双胎妊娠孕妇的ppBMI与GWG对母婴结局的影响进行探究, 并同时探究ppBMI和GWG对母婴结局的影响关联性。方法: 采用回顾性研究分析的方法, 选取2020年1月至2024年12月孕早期于河南省人民医院围产保健科建档, 并于我院进行分娩的双胎孕妇为研究对象。按照计算所得ppBMI将参与者进行分组, 通过IOM推荐的每周GWG按照公式计算平均每周GWG, 将每组ppBMI类别根据其分界点进行分层。统计出每组ppBMI类别及每个平均每周GWG区间与母婴结局的关系, 并分析ppBMI和GWG对母婴结局的综合影响。结果: 在妊娠期并发症中, 高ppBMI的GWG不足使GDM、PROM的风险更高, 高ppBMI的GWG过多使HDP、剖宫产的风险更高; 在新生儿结局中, 低ppBMI的GWG不足使SGA的风险更高, 高ppBMI的GWG不足使PTB、低APGAR评分的风险更高, 高ppBMI的GWG过多使NICU入住率的风险更高。结论: GWG不足的双胎孕妇对母婴不良结局的关联性更大, 尤其是低ppBMI的孕妇。

关键词

双胎妊娠, 孕前体重指数, 孕期体重增加, 母婴结局, 关联性分析

An Investigation into Correlation Analysis of Pre-Pregnancy BMI and Gestational Weight Gain on Maternal-Neonatal Outcomes in Twin Gestations

Xuejing Li^{1,2}, Yirong Li², Xiuli Chen², Haiying Wu^{2*}

¹Xinxiang Medical College, Zhengzhou Henan

²Department of Obstetrics, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou Henan

*通讯作者。

文章引用: 李雪静, 李易蓉, 陈秀丽, 武海英. 双胎妊娠孕前体重指数和孕期体重增加与母婴结局关联性探究[J]. 临床医学进展, 2025, 15(5): 1909-1919. DOI: 10.12677/acm.2025.1551574

Abstract

Objective: The regulatory effects of ppBMI and GWG on pregnancy outcomes have always been the core proposition of perinatal medicine research. This study will explore the effects of ppBMI and GWG on maternal-neonatal outcomes in pregnant women with twin gestations, and explore the correlation between ppBMI and GWG on maternal-neonatal outcomes. **Methods:** A retrospective study was conducted to select twin pregnant women who were registered in the Perinatal Health Care Department of Henan Provincial People's Hospital from January 2020 to December 2024 and gave birth in our hospital during the first trimester. Participants were grouped according to the calculated ppBMI. The average weekly GWG was calculated according to the formula using the IOM recommended weekly GWG, and each group of ppBMI categories was stratified according to its cut-off point. The relationship between ppBMI category of each group and the average weekly GWG interval and maternal-neonatal outcomes was analyzed, and the combined effects of ppBMI and GWG on maternal-neonatal outcomes were analyzed. **Results:** In pregnancy complications, GWG with high ppBMI was associated with a higher risk of GDM and PROM, while GWG with high ppBMI was associated with a higher risk of HDP and cesarean section. In neonatal outcomes, GWG deficiency with low ppBMI was associated with a higher risk of SGA, GWG deficiency with high ppBMI was associated with a higher risk of PTB, low APGAR score, and excessive GWG with high ppBMI was associated with a higher risk of NICU occupancy. **Conclusion:** Twin-born women with GWG deficiency are more associated with adverse maternal and infant outcomes, especially those with low ppBMI.

Keywords

Twin Gestations, Pre-Pregnancy Body Mass Index, Gestational Weight Gain, Maternal-Neonatal Outcomes, Correlation Analysis

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

过去 5 年来双胎妊娠率从 1.8% 上升至 3.3% [1]。双胎孕妇的妊娠期并发症及新生儿围产期的风险较单胎明显增加[2]，而肥胖是一种慢性、复发性和进行性的疾病，是一项全球性的公共卫生挑战，孕产妇肥胖已被认为是导致妊娠期并发症及围产期并发症和死亡的主要危险因素[3]-[5]，国际人口统计学显示[6]，在过去的几十年里，全球肥胖人口急剧增加，目前约 40% 的女性被认为是超重或肥胖，并有流行病学数据显示，肥胖女性群体中辅助生殖技术(assisted reproductive technology, ART)应用比例显著高于正常体重人群[7]，这一生殖干预模式的差异直接推高了肥胖女性的双胎妊娠发生率。

孕前体重指数(pre-pregnancy body mass index, ppBMI)与孕期增重(gestational weight gain, GWG)作为围产期的核心调控因素，对母婴健康结局具有决定性影响。研究证实，系统化体重管理策略可显著优化母婴结局[8]-[10]。鉴于双胎妊娠中营养需求的增加和不良后果的风险更高，有关双胎的 GWG 研究在临床和公共卫生方面具有很大的意义，但因双胎与单胎在生理特性及管理程度上的差异，ppBMI 及 GWG 的变化对其围产期结局影响可能不同。本研究将对双胎孕妇的 ppBMI 和 GWG 对母婴结局的影响进行分层研究，并探讨美国医学研究所(IOM) [11]推荐的平均每周 GWG 在中国双胎妊娠妇女中的适用性。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

本研究对从 2020 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日于河南省人民医院建档并住院分娩的双胎孕妇进行了回顾性研究,其中符合在我院建档并住院分娩的双胎孕妇共 1018 例,排除分娩孕周在 28 周至 42 周之外的双胎孕妇共 30 例,孕前本身患有内外科疾病的孕妇 83 例,单绒单羊双胎孕妇 5 例,单绒双羊双胎孕妇 10 例,双胎妊娠合并双胎输血综合征 7 例,多胎妊娠减胎术后 9 例,胎儿染色体异常或畸形者 34 例,临床资料缺失者 50 例,最终纳入本研究的双胎孕妇共 800 例。本研究已经通过医院伦理委员会审批同意。

2.2. 统计学分析方法

采用 SPSS 27.0 和 R 4.3.1 软件对数据进行统计分析。定量资料的正态性检验采用 Kolmogorov-Smirnov 检验,并通过 Levene 检验确定方差齐性。符合正态分布的定量资料采用均数 $\pm$ 标准差表示,并使用单因素方差分析(ANOVA)比较组间差异。不符合正态分布的定量资料以中位数(四分位数)表示,并使用 Kruskal-Wallis 检验进行组间比较。计数资料用例数(百分比)表示,组间比较采用卡方检验。 $P < 0.05$ 被视为具有显著的统计学差异。

3. 研究结果

3.1. 研究对象临床资料分析

研究期间共确定了 1018 名双胎孕妇,在排除后共有 800 名符合纳入标准,在这 800 例中,正常 ppBMI 组的女性有 477 例(59.6%),低 ppBMI 组的有 38 例(4.8%),高 ppBMI 组的有 285 例(35.6%),每组在平均每周 GWG 区间的分布如图 1。纳入研究对象的一般临床资料特征如表 1 所示。

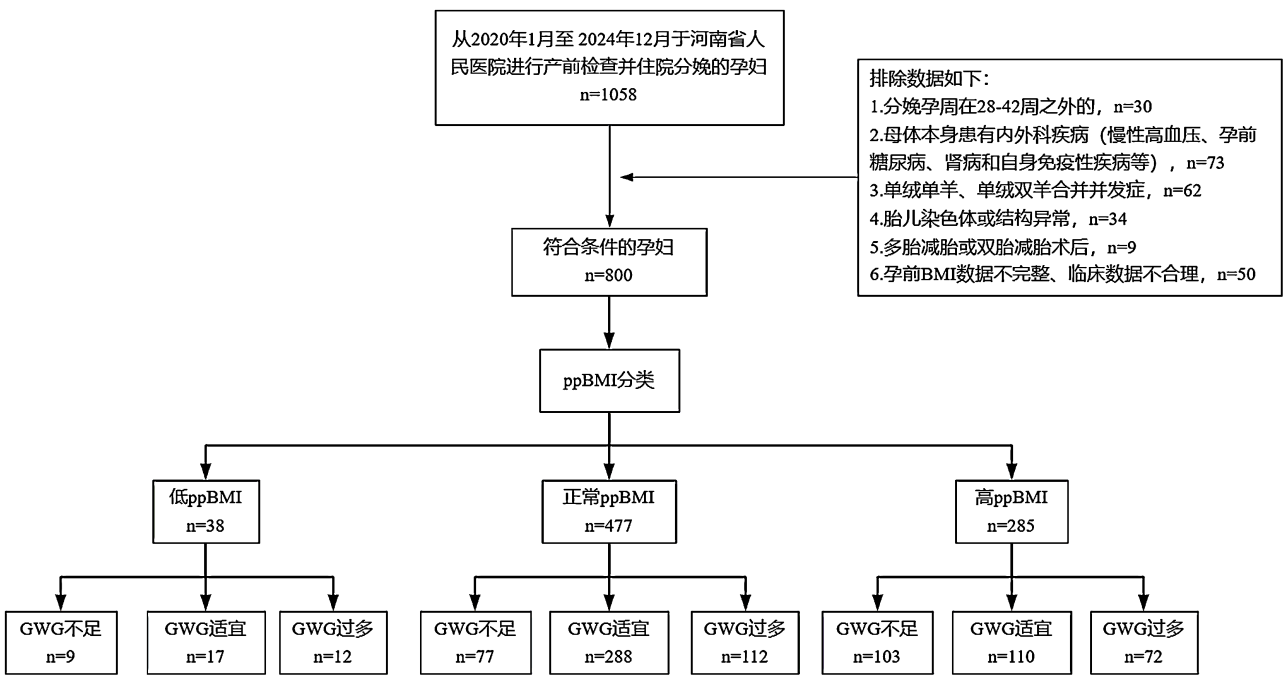


Figure 1. Study population inclusion and exclusion process
图 1. 研究人群纳入排除过程

分析纳入对象的一般临床资料,如表 1,产妇的平均年龄为 32.1 岁,平均分娩孕周为 36 周,ART 辅助受孕占 52.12%,既往有不良孕产史的占 31.50%,71.38%的孕妇是初产妇,只有 0.38%的人有吸烟,研究结果中在胎儿性别方面没有差异,在纳入对象里低 ppBMI 占 4.75%,高 ppBMI 占 35.62%,正常 ppBMI 占 59.62%,GWG 不足的孕妇占 23.62%,GWG 过多的占 24.50%,GWG 适宜的占 51.88%。

分析各 ppBMI 分组与不同 GWG 分层间的关系,如表 2,结果发现,ppBMI 的分布在平均每周 GWG 三个区间中具有显著差异($\chi^2 = 47.9545, P < 0.001$),结果显示,高 ppBMI 的孕妇 GWG 不足占 54.50%,低 ppBMI 的孕妇 GWG 不足占 4.76%,正常 ppBMI 的孕妇 GWG 不足占 40.74%;高 ppBMI 的孕妇 GWG 过多占 36.73%,低 ppBMI 的孕妇 GWG 过多占 6.12%,正常 ppBMI 的孕妇 GWG 过多占 57.14%。

Table 1. Includes general information on the subjects

表 1. 纳入对象的一般资料

变量	双胎(N = 800)	变量	双胎(N = 800)
年龄	32.15 ± 4.45	分娩孕周	35.93 ± 1.90
受孕方式		婴儿性别	
辅助生殖	417 (52.12)	男/男	268 (33.50)
自然受孕	383 (47.88)	女/男	296 (37.00)
不良孕产史		女/女	236 (29.50)
无	548 (68.50)	ppBMI	
有	252 (31.50)	低 ppBMI	38 (4.75)
产次		正常 ppBMI	477 (59.62)
初产	571 (71.38)	高 ppBMI	285 (35.62)
经产	229 (28.62)	平均每周 GWG	
吸烟史		GWG 不足	189 (23.62)
无	797 (99.62)	GWG 适宜	415 (51.88)
有	3 (0.38)	GWG 过多	196 (24.50)

注:数据以数字(百分比)或中位数(四分位数范围)表示。BMI: 身体质量指数; GWG: 孕期体重增加。

Table 2. Relationship between average weekly GWG and ppBMI

表 2. 平均每周 GWG 与 ppBMI 的关系

变量	平均每周 GWG			χ^2	P 值
	GWG 不足	GWG 适宜	GWG 过多		
ppBMI				47.954	<0.001
低 ppBMI	9 (4.76)	17 (4.10)	12 (6.12)		
正常 ppBMI	77 (40.74)	288 (69.40)	112 (57.14)		
高 ppBMI	103 (54.50)	110 (26.51)	72 (36.73)		

注:数据以数字(百分比)或中位数(四分位数范围)表示。BMI: 身体质量指数; GWG: 孕期体重增加。

3.2. ppBMI 对母婴结局的影响

分析各个 ppBMI 分组与妊娠期并发症的关系,如表 3,结果显示, GDM、HDP、子痫前期在 ppBMI

各组间差异具有统计学意义($P < 0.05$)，GDM (36.1%)、HDP (26.0%)和子痫前期(35.4%)的发病率在高 ppBMI 显著升高，与正常 ppBMI 相比，PROM 在低 ppBMI 的发病率升高(23.68%)。

Table 3. Compares the relationship between ppBMI and complications during pregnancy
表 3. 比较 ppBMI 与妊娠期并发症的关系

妊娠期并发症	低 ppBMI (<i>N</i> = 38)	正常 ppBMI (<i>N</i> = 477)	高 ppBMI (<i>N</i> = 285)	统计量	<i>P</i> 值
GDM	7 (18.42)	110 (23.06)	103 (36.14)	16.958	<0.001
HDP	7 (18.4)	111 (23.3)	85 (29.8)	8.620	0.021
子痫前期	1 (2.63)	32 (6.71)	101 (35.44)	111.307	<0.001
剖宫产	26 (68.42)	346 (72.54)	223 (78.25)	3.793	0.150
PROM	9 (23.68)	97 (20.34)	62 (21.75)	0.390	0.823

注：数据以数字(百分比)或中位数(四分位数范围)表示。GDM：妊娠期糖尿病；HDP：妊娠期高血压；PROM：胎膜早破。

分析 ppBMI 在新生儿结局方面的研究结果，如表 4，发现新生儿结局在各个 ppBMI 分组间差异均具有统计学意义($P < 0.05$)，其中，PTB (42.11%)、LBW (59.21%)、NICU 入住率(52.63%)、新生儿呼吸系统疾病(6.58%)、SGA (39.41%)的发病率在低 ppBMI 组显著升高，LGA (3.86%)、5 分钟 APGAR 评分 < 7 (10.00%)发生率在高 ppBMI 组中显著升高。

Table 4. Compares ppBMI grouping with neonatal outcomes
表 4. 比较 ppBMI 分组与新生儿结局的关系

新生儿结局	低 ppBMI (<i>N</i> = 38)	正常 ppBMI (<i>N</i> = 477)	高 ppBMI (<i>N</i> = 285)	统计量	<i>P</i> 值
PTB	16 (42.11)	99 (20.75)	69 (24.21)	9.426	0.009
5 分钟 APGAR 评分 < 7	6 (7.89)	50 (5.24)	57 (10.00)	12.395	0.002
LBW	45 (59.21)	284 (29.77)	222 (38.95)	35.000	<0.001
NICU 入住率	40 (52.63)	433 (45.39)	147 (25.79)	64.221	<0.001
新生儿呼吸系统疾病	5 (6.58)	1 (0.10)	32 (5.61)	52.790	<0.001
LGA	2 (2.63)	15 (1.57)	22 (3.86)	7.863	0.019
SGA	30 (39.47)	34 (3.56)	10 (1.75)	222.321	<0.001

注：数据以数字(百分比)或中位数(四分位数范围)表示。PTB：早产；LBW：低出生体重儿；LGA：大于胎龄儿；SGA：小于胎龄儿。

3.3. GWG 与母婴结局间的关系

分析不同平均每周 GWG 区间内与妊娠期并发症的关系，如表 5，发现 GDM、HDP、子痫前期、剖宫产及 PROM 在三个区间内差异均具有统计学意义($P < 0.05$)，结果还显示，GDM (42.86%)、子痫前期 (61.90%)、PROM (49.74%)的发病率在 GWG 不足组显著升高，HDP (55.61%)、剖宫产(87.76%)的发病率在 GWG 过多组显著升高。

在新生儿结局方面，如表 6，PTB、5 分钟 APGAR 评分 < 7 、LBW、NICU 入住率、LGA 在各 GWG 区间内差异均具有统计学意义($P < 0.05$)，结果还显示，5 分钟 APGAR 评分 < 7 (33.33%)、LBW (92.59%)、

NICU 入住率(47.09%)、SGA (4.76%)在 GWG 不足组的发生率显著升高, 与 GWG 适宜组相比, 在 GWG 过多组 PTB (33.33%)、新生儿呼吸系统疾病(33.33%)、LGA (3.57%)的发生率降低。

Table 5. Compares mean weekly GWG with complications during pregnancy
表 5. 比较平均每周 GWG 与妊娠期并发症的关系

妊娠期并发症	GWG 不足	GWG 适宜	GWG 过多	统计量	P 值
GDM	81 (42.86)	90 (21.69)	49 (25.00)	30.006	<0.001
HDP	31 (16.40)	63 (15.18)	109 (55.61)	125.208	<0.001
子痫前期	117 (61.90)	15 (3.61)	2 (1.02)	362.484	<0.001
剖宫产	100 (52.91)	323 (77.83)	172 (87.76)	66.704	<0.001
PROM	94 (49.74)	48 (11.57)	26 (13.27)	123.400	<0.001

注: 数据以数字(百分比)或中位数(四分位数范围)表示。GDM: 妊娠期糖尿病; HDP: 妊娠期高血压; PROM: 胎膜早破; GWG: 孕期体重增加; Q1: <419.4 克/周; Q2~Q3: 419.4~692.3 克/周; Q4: >692.3 克/周。

Table 6. Compares mean weekly GWG groupings with neonatal outcomes
表 6. 比较平均每周 GWG 分组与新生儿结局的关系

新生儿结局	GWG 不足	GWG 适宜	GWG 过多	统计量	P 值
PTB	24 (12.70)	131 (31.57)	29 (14.80)	35.969	<0.001
5 分钟 APGAR 评分 < 7	63 (33.33)	32 (7.71)	14 (7.14)	81.711	<0.001
LBW	175 (92.59)	71 (17.11)	46 (23.47)	338.259	<0.001
NICU 入住率	89 (47.09)	105 (25.30)	94 (47.96)	42.873	<0.001
新生儿呼吸系统疾病	3 (1.59)	15 (3.61)	5 (2.55)	2.009	0.366
LGA	12 (6.35)	6 (1.45)	7 (3.57)	10.484	0.011
SGA	9 (4.76)	16 (3.86)	7 (3.57)	0.402	0.818

注: 数据以数字(百分比)或中位数(四分位数范围)表示。PTB: 早产; LBW: 低出生体重儿; LGA: 大于胎龄儿; SGA: 小于胎龄儿; GWG: 孕期体重增加; Q1: <419.4 克/周; Q2~Q3: 419.4~692.3 克/周; Q4: >692.3 克/周。

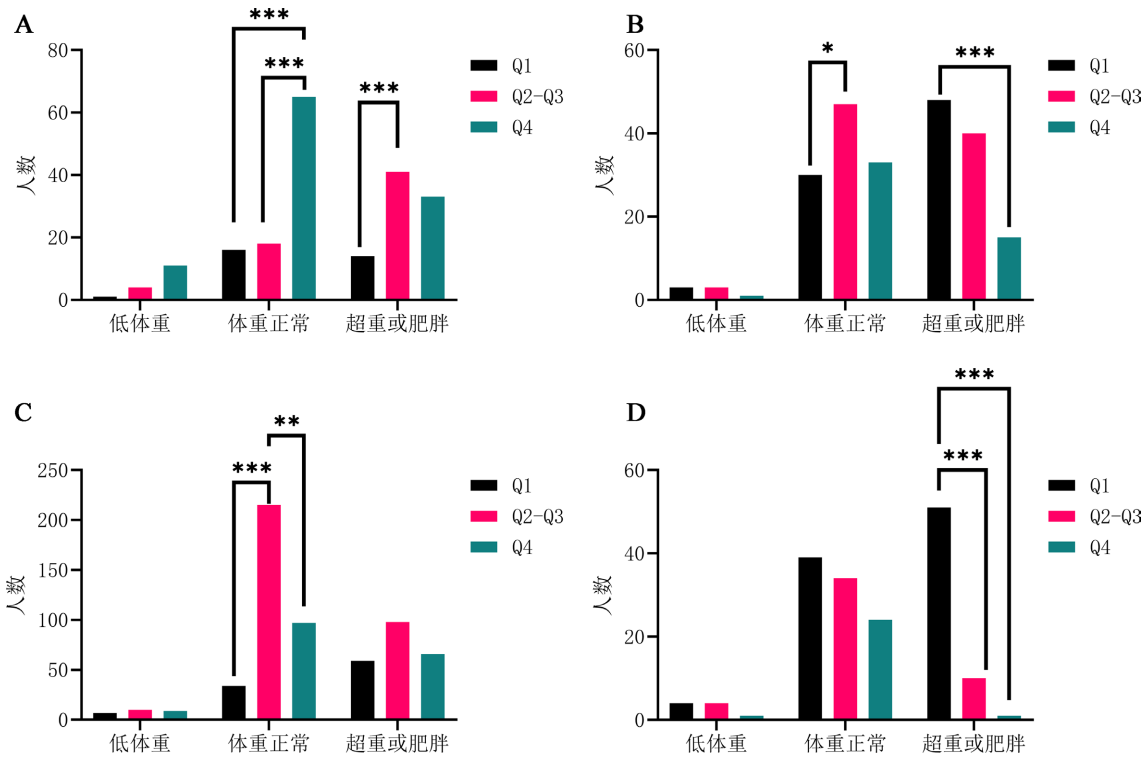
3.4. ppBMI 和 GWG 与妊娠期并发症的综合分析

对不同 ppBMI 和平均每周 GWG 分层 HDP 的人数绘制柱状图进行分析, 如图 2A, 结果表明, 与 GWG 不足组相比, 在高 ppBMI 组的 GWG 过多时, HDP 的人数显著更多, 这表明 GWG 过多可能增加 HDP 的风险, 尤其是在高 ppBMI 组中。

对不同 ppBMI 和平均每周 GWG 分层发生 GDM 的人数绘制柱状图进行分析, 如图 2B, 结果表明, 与 GWG 过多组相比, 在高 ppBMI 组的 GWG 不足时, GDM 的发生人数显著更多, 这表明 GWG 不足可能增加 GDM 的风险, 尤其是在高 ppBMI 组。

对不同 ppBMI 和平均每周 GWG 分层发生剖宫产的人数绘制柱状图进行分析, 如图 2C, 结果表明, 与 GWG 不足组相比, 在正常 ppBMI 的 GWG 适宜时, 剖宫产的人数显著更多, 这表明在 GWG 过多时可能增加剖宫产的风险。

对不同 ppBMI 和平均每周 GWG 分层发生 PROM 的人数绘制柱状图进行分析, 如图 2D, 结果表明, 在高 ppBMI 组中, GWG 不足时发生 PROM 的人数相对更多, 这表明 GWG 不足可能增加 PROM 的风险, 尤其是在高 ppBMI 组。



注：A：HDP；B：GDM；C：剖宫产；D：PROM。低体重(BMI < 18.5 kg/m²)；体重正常(BMI 18.5~23.9 kg/m²)；超重或肥胖(BMI ≥ 24 kg/m²)；Q1：<419.4 克/周；Q2~Q3：419.4~692.3 克/周；Q4：>692.3 克/周。**P* < 0.05，***P* < 0.01，****P* < 0.001。

Figure 2. Bar chart analysis of ppBMI and GWG with pregnancy complications
图 2. ppBMI 和 GWG 与妊娠期并发症的柱状图分析

3.5. ppBMI 和 GWG 与新生儿结局的综合分析

对不同 ppBMI 和平均每周 GWG 分层发生 SGA 的人数绘制柱状图进行分析，如图 3A，结果表明，与 GWG 过多组相比，在低 ppBMI 组的 GWG 适宜时，SGA 的发生人数显著更多，这表明 GWG 不足可能增加 SGA 的风险，尤其是在低 ppBMI 组中。

对不同 ppBMI 和平均每周 GWG 分层发生 <34 周早产的人数绘制柱状图进行分析，如图 3B，结果表明，与 GWG 过多组相比，在正常 ppBMI 组的 GWG 适宜组，<34 周早产的人数显著更多，这表明 GWG 不足可能增加 <34 周早产的风险，尤其是在高 ppBMI 组中。

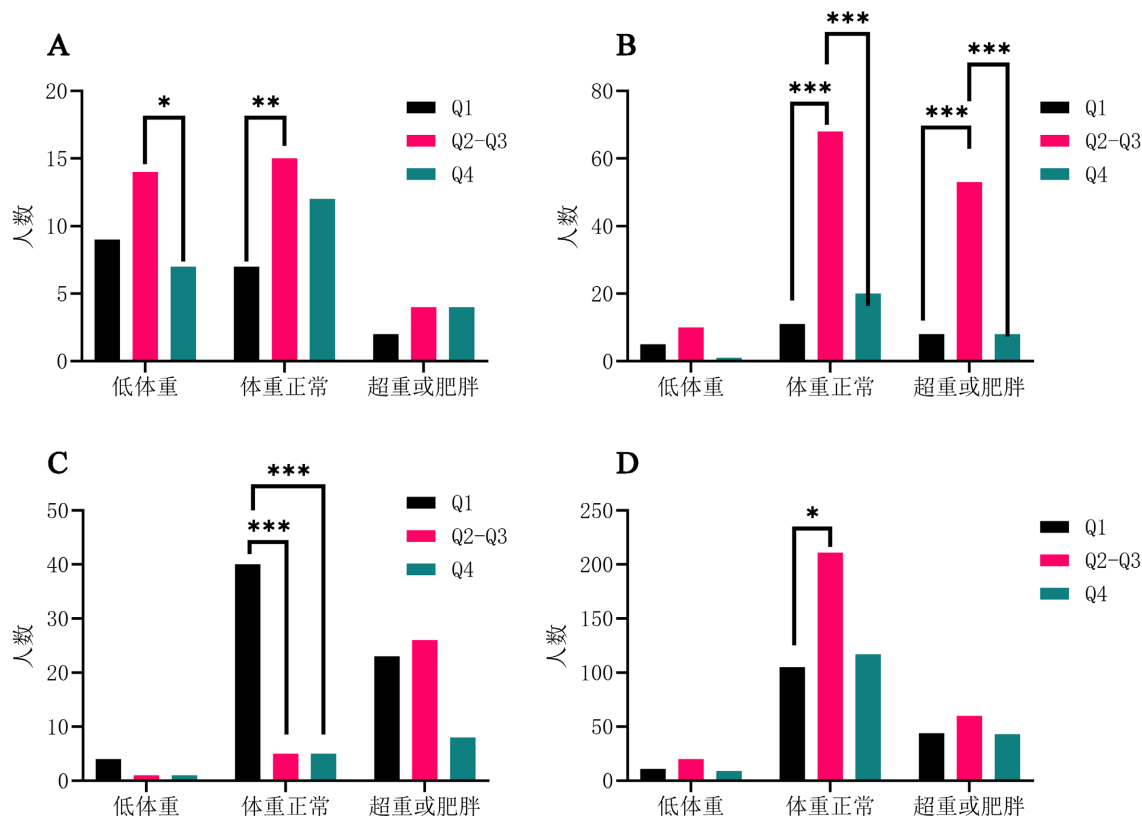
对不同 ppBMI 和平均每周 GWG 分层发生 5 分钟 APGAR 评分 < 7 的人数绘制柱状图进行分析，如图 3C，结果表明，与 GWG 适宜组相比，在正常 ppBMI 组的 GWG 不足时，5 分钟 APGAR 评分 < 7 发生人数相对更多，这表明 GWG 不足可能增加 5 分钟 APGAR 评分 < 7 的风险。

对不同 ppBMI 和平均每周 GWG 分层发生 5 分钟 APGAR 评分 < 7 的人数绘制柱状图进行分析，如图 3D，结果表明，与 GWG 不足组相比，在正常 ppBMI 组 GWG 适宜时发生 NICU 入住的人数相对更多，这表明 GWG 过多可能增加 NICU 入住率的风险。

4. 讨论

4.1. ppBMI 与妊娠期并发症的关系

ppBMI 异常在单双胎妊娠中均为构成不良母婴结局的独立危险因素，本研究中仅有一半多的孕妇



注: A: SGA; B: <34周早产; C: 5分钟APGAR评分<7; D: NICU入住率。低体重(BMI < 18.5 kg/m²); 体重正常(BMI 18.5~23.9 kg/m²); 超重或肥胖(BMI ≥ 24 kg/m²); Q1: <419.4 克/周; Q2~Q3: 419.4~692.3 克/周; Q4: >692.3 克/周。**P* < 0.05, ***P* < 0.01, ****P* < 0.001。

Figure 3. Bar chart analysis of ppBMI and GWG with neonatal outcomes

图 3. ppBMI 和 GWG 与新生儿结局的柱状图分析

有着正常 ppBMI, 虽然正常 ppBMI 的双胎孕妇妊娠期并发症的发生率相对较低, 但仍高于单胎孕妇, 如双胎妊娠的 HDP 发生率是单胎孕妇的 2~3 倍[12]。加之双胎妊娠因其独特的生理结构, 本身就面临更高的妊娠风险, 如先兆子痫[13]在单胎妊娠中发病率为 2.3%, 双绒毛双胎妊娠中发病率为 8.1%, 在单绒毛双胎妊娠中为 6.0%。研究证实[14], 高 ppBMI 与 HDCP、GDM 及剖宫产率升高呈正相关。本研究结果中, HDP 的发生率高达 23.3%, 剖宫产的发生率也高达 70%。在本研究多因素逻辑回归分析中还发现, 高 ppBMI 是 HDP、GDM、剖宫产、NICU 入住率的危险因素, 在 SGA、PTB 及低 5 分钟 APGAR 评分中高 ppBMI 则为保护因素。

4.2. ppBMI 与新生儿结局的关系

既往研究显示[15][16], 不良围产结局的风险随着 BMI 的升高而逐步增加, 其中低 ppBMI 显著增加了 PTB、FGR 和 LBW 的风险, 双胎妊娠所面临的局势在孕妇处于低 ppBMI 时更为严峻。本研究结果显示, 在低 ppBMI 组中, PTB、SGA、LBW 的发生率均明显升高, 且差异具有统计学意义。本研究结果中 ppBMI 与新生儿结局的关系, 发现新生儿的不良结局发生率在低 ppBMI 组的风险显著升高, 尤其是 PTB、SGA 及 LBW 的发生率较正常体重组呈数倍增长。至于高 ppBMI 的孕妇, 母婴不良结局的风险较正常体重组也呈现出显著增加的趋势, 本研究中观察到 LGA、新生儿呼吸系统疾病在高 ppBMI 组有明显的统计学意义。在本研究结果中, PTB 的发生率在高 ppBMI 组有所升高, 但不如在低 ppBMI 中明显。除了上

述常见并发症的风险进一步大幅提高外, 本研究中还发现高 ppBMI 组有着较低的 5 分钟 APGAR, 且剖宫产率高达 78%。

4.3. GWG 与妊娠期并发症的关系

有研究显示[17], 总 GWG 与妊娠持续时间呈正相关, 故本研究使用平均每周 GWG, 使其与妊娠持续时间无关, 并验证 IOM 推荐的每周 GWG 在中国双胎孕妇的适用性。既往大量研究结果均表明, GWG 不足或过多均会增加母婴不良结局的发生[14]-[16]。在本研究中, 结果显示 GWG 不足与 GDM、PROM 的风险升高有关, 并且剖宫产的发生率有所降低。本研究结果中, GWG 过多组的 GDM、HDP 及子痫前期的风险均升高。GWG 过多会导致孕妇体内脂肪堆积过多[18], 胰岛素抵抗增强, 进而容易引发 HDP、GDM 等并发症。除此之外, 女性在妊娠期存在代谢的适应性变化, 如胎盘分泌的胎盘催乳素会导致胰岛素敏感性下降[19], 造成生理性胰岛素抵抗。

4.4. GWG 与新生儿结局的关系

国内一项多中心研究表明[20], 中国双胎孕妇在 GWG 适宜的 PTB 率约为 45.6%, 相较于国际研究结果偏低。在本研究中, GWG 适宜组的双胎孕妇, PTB 高达 31%。还有研究认为[21], 不论 ppBMI 如何, 当 GWG 低于正常推荐范围时, 其 SGA 的风险均显著增加。大量的研究数据均表明[22], 双胎妊娠孕妇若 GWG 不足, 其 LBW 发生率远高于单胎妊娠。一项针对中国武汉地区的大规模研究中[21], 在发生 LBW 的孕妇组里有 42% 的 GWG 不足。本研究结果中, GWG 不足组的孕妇发生 LBW 的发生率高达 90%, 分析原因可能与 PTB 的发生率增加有关。分析本研究中不同 GWG 区间组的研究对象母婴结局发现, GWG 适宜组的孕妇, 其母体和新生儿结局均有良好的预后, 且 GWG 不足组和过多组发生 APO 的风险与 IOM 验证的结果[11]相当, 这表明 IOM 推荐的双胎每周 GWG 范围在中国人群中有一定的适用性, 但因地域及饮食文化的差异, 具体的平均每周 GWG 数值还需根据社会人口地理特征作进一步的分析。

4.5. ppBMI 和 GWG 与母婴结局的关联分析

本研究评估了 ppBMI 和 GWG 对母婴结局单独和综合作用的结果, 研究结果发现, 在高 ppBMI 孕妇中, GWG 不足时 GDM 及新生儿入住 NICU 的风险就越高。一项中国队列研究提出[23], 高 ppBMI 的孕妇, 孕期增重超标的风险是正常体重者的 2.3 倍。但在本研究结果中与之相反, 分析原因可能为高 ppBMI 的孕妇为了避免不良母婴结局的发生, 在孕期往往会进行体重管理, 从而导致 GWG 不足。对于高 ppBMI 的孕妇 GWG 不足方面, 有研究表明, GWG 不足与 GDM 的风险增加相关[24], 本研究结果与此一致。既往研究提出[8], 在高 ppBMI 的女性中 GWG 不足会增加 SGA 的发生风险。本研究结果与此一致, 且在多逻辑回归分析中发现, GWG 过多是 SGA 的保护因素, 即 GWG 越多, SGA 的发生率越低。此外, 在本研究中还发现, ppBMI 越低, GWG 越少, 5 分钟 APGAR 评分 < 7 的风险越高。本研究结果中发现, 高 ppBMI 和 GWG 过多是 < 34 周的早产的保护因素, 在本研究结果中, 高 ppBMI 和 GWG 过多是 HDP、剖宫产的危险因素。

参考文献

- [1] Monden, C., Pison, G. and Smits, J. (2021) Twin Peaks: More Twinning in Humans than Ever before. *Human Reproduction*, **36**, 1666-1673. <https://doi.org/10.1093/humrep/deab029>
- [2] Madar, H., Goffinet, F., Seco, A., Rozenberg, P., Dupont, C. and Deneux-Tharaux, C. (2019) Severe Acute Maternal Morbidity in Twin Compared with Singleton Pregnancies. *Obstetrics & Gynecology*, **133**, 1141-1150. <https://doi.org/10.1097/aog.0000000000003261>

- [3] Dinsmoor, M.J. and Ugwu, L.G. (2023) Obesity, Preterm Birth, and Neonatal Outcomes. *American Journal of Obstetrics & Gynecology MFM*, 5, Article ID: 100949. <https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2023.100949>
- [4] Langley-Evans, S.C., Pearce, J. and Ellis, S. (2022) Overweight, Obesity and Excessive Weight Gain in Pregnancy as Risk Factors for Adverse Pregnancy Outcomes: A Narrative Review. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 35, 250-264. <https://doi.org/10.1111/jhn.12999>
- [5] Lucovnik, M., Blickstein, I., Verdenik, I., Trojner-Bregar, A. and Tul, N. (2014) Maternal Obesity in Singleton versus Twin Gestations: A Population-Based Matched Case-Control Study. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 28, 623-625. <https://doi.org/10.3109/14767058.2014.928854>
- [6] Mission, J.F., Marshall, N.E. and Caughey, A.B. (2015) Pregnancy Risks Associated with Obesity. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*, 42, 335-353. <https://doi.org/10.1016/j.ogc.2015.01.008>
- [7] Bone, J.N., Joseph, K.S., Magee, L.A., Wang, L.Q., John, S., Bedaiwy, M.A., et al. (2024) Obesity, Twin Pregnancy, and the Role of Assisted Reproductive Technology. *JAMA Network Open*, 7, e2350934. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.50934>
- [8] Zhao, X., Lan, Y., Shao, H., Peng, L., Chen, R., Yu, H., et al. (2022) Associations between Prepregnancy Body Mass Index, Gestational Weight Gain, and Pregnancy Outcomes in Women with Twin Pregnancies: A Five-Year Prospective Study. *Birth*, 49, 741-748. <https://doi.org/10.1111/birt.12639>
- [9] Liu, L.Y., Zafman, K.B. and Fox, N.S. (2019) Weight Gain and Pregnancy Outcomes in Overweight or Obese Women with Twin Gestations. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 34, 1774-1779. <https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1648421>
- [10] Liang, H., Yin, C., Dong, X., Acharya, G. and Li, X. (2017) Clusters of Week-Specific Maternal Gestational Weight Gain Pattern and Their Association with Birthweight: An Observational Cohort Study. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 96, 1251-1260. <https://doi.org/10.1111/aogs.13204>
- [11] Rasmussen, K.M., et al. (2009) Weight Gain during Pregnancy: Reexamining the Guidelines. IOM.
- [12] Ram, M., Berger, H., Lipworth, H., Geary, M., McDonald, S.D., Murray-Davis, B., et al. (2019) The Relationship between Maternal Body Mass Index and Pregnancy Outcomes in Twin Compared with Singleton Pregnancies. *International Journal of Obesity*, 44, 33-44. <https://doi.org/10.1038/s41366-019-0362-8>
- [13] Francisco, C., Wright, D., Benkő, Z., Syngelaki, A. and Nicolaides, K.H. (2017) Hidden High Rate of Pre-Eclampsia in Twin Compared with Singleton Pregnancy. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 50, 88-92. <https://doi.org/10.1002/uog.17470>
- [14] Su, X.J., Huang, S.J., Li, X. and Du, Q.L. (2020) Prepregnancy Overweight and Obesity Are Associated with an Increased Risk of Preterm Birth in Chinese Women. *Obesity Facts*, 13, 237-244. <https://doi.org/10.1159/000506688>
- [15] Vats, H., Saxena, R., Sachdeva, M.P., Walia, G.K. and Gupta, V. (2021) Impact of Maternal Pre-Pregnancy Body Mass Index on Maternal, Fetal and Neonatal Adverse Outcomes in the Worldwide Populations: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Obesity Research & Clinical Practice*, 15, 536-545. <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2021.10.005>
- [16] Chen, X.L., Peng, Y.Y. and Xu, X.Q. (2018) Study on Weight Gain in Different Stages of Pregnancy and Pregnancy Outcomes. *Chinese Journal of Medical History*, 98, 1493-1497.
- [17] González-Quintero, V., Kathiresan, A., Tudela, F., Rhea, D., Desch, C. and Istwan, N. (2012) The Association of Gestational Weight Gain per Institute of Medicine Guidelines and Pre-Pregnancy Body Mass Index on Outcomes of Twin Pregnancies. *American Journal of Perinatology*, 29, 435-440. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1304824>
- [18] Chodick, G., Tenne, Y., Barer, Y., Shalev, V. and Elchalal, U. (2020) Gestational Diabetes and Long-Term Risk for Dyslipidemia: A Population-Based Historical Cohort Study. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, 8, e000870. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2019-000870>
- [19] Trojnar, M., Patro-Malysza, J., Kimber-Trojnar, Ż., Leszczyńska-Gorzelak, B. and Mosiewicz, J. (2019) Associations between Fatty Acid-Binding Protein 4-A Proinflammatory Adipokine and Insulin Resistance, Gestational and Type 2 Diabetes Mellitus. *Cells*, 8, Article No. 227. <https://doi.org/10.3390/cells8030227>
- [20] 张慧敏, 等. 双胎妊娠孕期体重增长与妊娠结局的关系[J]. 中华围产医学杂志, 2020, 23(4): 256-262.
- [21] Chen, Y., Liu, Y., Zhang, Y., Hu, R., Qian, Z., Xian, H., et al. (2018) Gestational Weight Gain per Pre-Pregnancy Body Mass Index and Birth Weight in Twin Pregnancies: A Cohort Study in Wuhan, China. *Scientific Reports*, 8, Article No. 12496. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29774-z>
- [22] Li, H., Miao, C., Xu, L., Gao, H., Bai, M., Liu, W., et al. (2021) Maternal Pre-Pregnancy Body Mass Index, Gestational Weight Gain Trajectory, and Risk of Adverse Perinatal Outcomes. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 157, 723-732. <https://doi.org/10.1002/ijgo.13922>
- [23] Sun, Y., Shen, Z., Zhan, Y., Wang, Y., Ma, S., Zhang, S., et al. (2020) Effects of Pre-Pregnancy Body Mass Index and Gestational Weight Gain on Maternal and Infant Complications. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 20, Article No. 390.

<https://doi.org/10.1186/s12884-020-03071-y>

- [24] Ke, J., Liu, S., Ge, R., Ma, L. and Li, M. (2023) Associations of Maternal Pre-Pregnancy BMI and Gestational Weight Gain with the Risks of Adverse Pregnancy Outcomes in Chinese Women with Gestational Diabetes Mellitus. *BMC Pregnancy and Childbirth*, **23**, Article No. 414. <https://doi.org/10.1186/s12884-023-05657-8>