

母亲孕前体质指数和孕期体重增加及其交互作用对新生儿出生体重的影响

林友结 蔡倩莹 徐云云 刘海燕 韩文晖 汪艳 檀燕 熊海燕 胡安群 郑英杰
200032 上海,复旦大学公共卫生学院卫生微生物学教研室(林友结、蔡倩莹、熊海燕、郑英杰),流行病学教研室(林友结),公共卫生安全教育部重点实验室(郑英杰),国家卫生和计划生育委员会卫生技术评估重点实验室(郑英杰); 246003 安徽省安庆市立医院检验科(徐云云、刘海燕、檀燕、胡安群),妇产科(韩文晖、汪艳)

通信作者:郑英杰, Email: yjzheng@shmu.edu.cn

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.06.015

【摘要】 目的 研究孕妇孕前 BMI 和孕期增重对新生儿出生体重的影响及其交互作用。方法 应用队列研究方法,选取 2014 年 1 月至 2015 年 3 月在安徽省安庆市立医院住院分娩的孕妇进行问卷调查,收集孕妇基本情况,并通过医院电子病历信息系统获取孕妇及新生儿信息。采用 χ^2 检验、多分类 logistic 回归、相乘模型和相加模型分析孕妇孕前 BMI、孕期增重及其交互作用与新生儿出生体重的关系。结果 共纳入单胎活产孕妇 2 881 例,其中小于胎龄儿 359 例(12.46%),大于胎龄儿 273 例(9.48%)。多分类 logistic 回归分析显示,控制可能的混杂因素后,孕前体重过低(aRR=1.33, 95%CI: 1.02~1.73)与孕期增重不足(aRR=1.64, 95%CI: 1.23~2.19)可增加小于胎龄儿发生风险,孕前超重/肥胖(aRR=1.86, 95%CI: 1.33~2.60)与孕期增重过多(aRR=2.03, 95%CI: 1.49~2.78)可增加大于胎龄儿发生风险;交互作用分析显示,未发现二者对新生儿出生体重存在交互作用。结论 母亲孕前体重和孕期增重与新生儿出生体重相关,但未发现二者之间的交互作用。

【关键词】 体质指数; 孕期增重; 小于胎龄儿; 大于胎龄儿; 交互作用

基金项目:国家自然科学基金(81373065, 81773490); 国家重点研发计划“生物安全关键技术研发”重点专项(2017YFC1200203); 上海市第四轮公共卫生体系建设三年行动计划重点学科项目(15GWZK0202)

Association and interaction of pre-pregnant body mass index and gestational weight gain of women on neonatal birthweight Lin Youjie, Cai Qianying, Xu Yunyun, Liu Haiyan, Han Wenhui, Wang Yan, Tan Yan, Xiong Haiyan, Hu Anqun, Zheng Yingjie

Department of Public Health Microbiology (Lin YJ, Cai QY, Xiong HY, Zheng YJ), Department of Epidemiology (Lin YJ), Key Laboratory for Public Health Safety, Ministry of Education (Zheng YJ), Key Laboratory for Health Technology Assessment, National Commission of Health and Family Planning (Zheng YJ), School of Public Health, Fudan University, Shanghai 200032, China; Department of Laboratory (Xu YY, Liu HY, Tan Y, Hu AQ), Department of Obstetrics and Gynecology (Han WH, Wang Y), Anqing Municipal Hospital, Anqing 246003, China

Corresponding author: Zheng Yingjie, Email: yjzheng@shmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To investigate the association between maternal pre-pregnant body mass index and gestational weight gain, as well as their interaction on neonatal birthweight. **Methods** We built a cohort in Anqing Municipal Hospital from January 2014 to March 2015, enrolling pregnant women who decided to give birth in this hospital. All women were asked to fill a questionnaire for basic information collection. Medical information of both pregnant women and their newborns were obtained through electronic medical record. Chi-square analysis, multinomial logistic regression, multiplicative and additive interaction methods were used to analyze the association between pre-pregnant body mass index and gestational weight gain as well as their interactions on birth weight of the neonates. **Results** A total of 2 881 pregnant women were included in this study. Of the 2 881 newborns, 359 (12.46%) were small for gestational age (SGA) and 273 (9.48%) were large for gestational age (LGA). After adjusting the possible confounding factors, results from the multinomial

logistic regression showed that pre-pregnancy underweight women were more possible to deliver SGA ($aRR=1.33$, 95% CI : 1.02–1.73). If the gestational weight gain was below the recommended criteria, the risk of SGA ($aRR=1.64$, 95% CI : 1.23–2.19) might increase. Pre-pregnancy overweight/obese could increase the risk of being LGA ($aRR=1.86$, 95% CI : 1.33–2.60). Maternal gestational weight gain above the recommendation level was associated with higher rates of LGA ($aRR=2.03$, 95% CI : 1.49–2.78). Results from the interaction analysis showed that there appeared no significant interaction between pre-pregnancy BMI and gestational weight on birthweight. **Conclusion** Pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain were independently associated with neonatal birthweight while pre-pregnancy BMI and gestational weight gain did not present interaction on birthweight.

【Key words】 Pre-pregnancy BMI; Gestational weight gain; Small for gestational age; Large for gestational age; Interaction

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (81373065, 81773490); National Key Research and Development Program of China (2017YFC1200203); The Fourth Round of Three-year Public Health Action Plan of Shanghai (15GWZK0202)

新生儿出生体重是反映胎儿生长发育状况最直观的指标之一,异常的出生体重不仅影响围产期母婴健康^[1],甚至可影响新生儿成年后健康^[2]。小于胎龄儿(SGA)与大于胎龄儿(LGA)分别指出生体重在同胎龄儿平均出生体重的 P_{10} 以下和 P_{90} 以上的新生儿。相较于低出生体重儿(<2.5 kg)及巨大儿(≥ 4.0 kg),SGA与LGA由于排除了孕周对出生体重的干扰,因而能更全面地反映胎儿生长发育状况。与正常新生儿相比,SGA具有更高的死亡风险^[3],且成年后发生慢性疾病的风险也明显升高^[4-5]。LGA可使剖宫产率、肩难产率升高^[6],导致产道损伤,新生儿锁骨骨折、臀丛神经损伤及新生儿窒息等^[7]。目前国内研究显示,孕前BMI与孕期增重均可影响新生儿出生体重^[8-9],但二者之间是否存在交互作用仍不清楚。因此,本研究通过建立孕妇队列,探讨孕前BMI和孕期增重及其交互作用对新生儿出生体重的影响,以期预防SGA及LGA提供依据。

对象与方法

1. 研究对象:建立孕妇队列,选择2014年1月至2015年3月在安庆市立医院产科住院分娩且签署知情同意书的孕妇。纳入标准:①孕妇愿意参与本研究;②单胎活产。排除标准:①双胎或多胎;②非活产;③拒绝参与本研究的孕妇;④信息缺失。

2. 研究方法:由经过培训的调查人员对孕妇进行问卷调查,获取孕妇年龄、身高、孕前体重及生活方式,孕妇及新生儿的医疗相关信息由研究人员通过医院电子病历信息系统获取,包括孕妇的妊娠期并发症、新生儿体重等,所有数据通过EpiData软件双录入后通过孕妇身份证号及住院号合并,得到完整数据库。

3. 诊断标准:根据《中国成人超重和肥胖症预防

控制指南》^[10]可将BMI(kg/m^2)划分为体重过低($\text{BMI}<18.5$)、体重正常($18.5\leq\text{BMI}\leq 23.9$)、超重($24.0\leq\text{BMI}\leq 27.9$)、肥胖($\text{BMI}\geq 28.0$)。以Dai等^[11]的研究结果作为胎龄划分的依据,低于同胎龄正常平均体重的 P_{10} 为SGA,高于同胎龄正常平均体重的 P_{90} 为LGA,出生体重介于 $P_{10}\sim P_{90}$ 之间的为适于胎龄儿(AGA)。孕期增重根据美国国家科学院(IOM)推荐的增重标准^[12],孕前低体重孕妇适宜增重为12.5~18.0 kg;孕前体重正常孕妇适宜增重为11.5~16.0 kg;孕前体重超重孕妇适宜增重为7.0~11.5 kg;孕前肥胖孕妇适宜增重为5.0~9.0 kg。其他分娩并发症及诊断由临床医生根据相关临床诊断标准进行诊断。

4. 统计学分析:采用EpiData 3.0软件双录入数据建立并合并数据库,采用SPSS 19.0软件进行数据分析。计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,3组之间采用方差分析,计数资料采用率来描述,3组之间率的比较采用 χ^2 检验。通过对单因素分析中筛选出的变量及既往研究中认为与出生体重相关的变量进行调整,以出生体重正常作为对照,使用多分类logistic回归模型,分析BMI及孕期增重对出生体重的影响,通过回归模型结合相乘模型和相加模型对交互作用进行分析,并借助Anderson等编写的Excel文件进行相关指标的计算^[13-14],评价指标相乘模型包含RR值及其95%CI,相加模型包括相对超额危险度(RERI)、交互作用归因比例(API)和交互作用指数(SI)进行评价,其中RERI和API的可信区间包含0及SI的可信区间包含1时,可认为两因素无相加交互作用。所有分析中相关因素赋值见表1。

结 果

1. 一般情况:共收集3 207名活产孕妇,其中多

表 1 相关因素赋值表

因素	变量	赋值
新生儿出生体重	Y	小于胎龄儿=1, 正常出生体重=2(对照), 大于胎龄儿=3
高龄产妇	X1	是=1, 否=0
初产妇	X2	是=1, 否=0
吸烟	X3	有=1, 无=0
饮酒	X4	有=1, 无=0
孕前 BMI	X5	低体重=1, 正常 BMI=2(对照), 超重或肥胖=3
孕期增重	X6	增重不足=1, 增重适宜=2(对照), 增重过多=3
妊娠期高血压疾病	X7	是=1, 否=0
妊娠期糖尿病	X8	是=1, 否=0
文化程度	X9	小学及以下=1, 初中=2, 高中/中专=3, 大专=4, 本科及以上=5
人均月收入(元)	X10	<2 000=1, 2 000~4 000=2, >4 000=3

胎妊娠 131 名, 信息不全或缺失 195 名, 最终 2 881 名单胎活产且资料完整的孕妇纳入研究, 孕妇年龄为 (27.39 ± 4.64) 岁, 其中高龄产妇 (≥35 岁) 264 名 (9.2%), 初产妇有 2 116 名 (73.5%), 吸烟和饮酒孕妇分别有 23 名 (0.8%) 和 217 名 (7.5%)。孕妇孕前 BMI 为 (20.60 ± 2.71) kg/m², 其中低体重有 625 人 (21.7%), 体重正常 1 921 人 (66.7%), 超重/肥胖 335 人 (11.6%), 孕周为 (38.69 ± 2.03) 周。有 178 名 (6.2%) 孕妇诊断为妊娠期高血压疾病, 妊娠期糖尿病孕妇有 37 名 (1.3%), 所有新生儿中男婴 1 552 名 (53.8%), 女婴 1 329 名 (46.2%)。社会经济因素中, 孕妇家庭人均月收入 < 2 000 元的孕妇有 257 名 (8.9%), 2 000 ~ 4 000 元和 > 4 000 元的分别有 1 368 名 (47.5%) 和 1 256 名 (43.6%)。有 139 名 (4.8%) 孕妇文化程度为小学及以下, 文化程度为初中、高中/中专、大专的分别有 874 名 (30.3%)、718 名 (24.9%) 和 606 名 (21.0%), 大学本科以上有 544 名 (18.9%)。

2. SGA、LGA 的发生情况及其影响因素: 2 881 名孕妇中, SGA 发生率为 12.47% (359/2 881); LGA 发生率为 9.48% (273/2 881), 单因素分析结果显示, 妊娠期高血压疾病、妊娠期糖尿病、孕周、孕前 BMI 及孕期增重与新生儿出生体重有关。见表 2。

3. 孕前 BMI、孕期增重与出生体重的关系: 与正常体重组对比, 单因素分析结果显示, 孕前低体重可增加 SGA 的发生风险 ($RR=1.46$, $95\%CI: 1.13 \sim 1.88$), 孕期增重不足可导致 SGA 的风险升高 ($RR=1.61$, $95\%CI: 1.22 \sim 2.13$); 孕前超重/肥胖可使 LGA 发生风险升高 ($RR=2.15$, $95\%CI: 1.56 \sim 2.96$), 孕期增重过多者发生 LGA 风险也明显升高 ($RR=2.31$, $95\%CI: 1.71 \sim 3.13$), 见表 3。

在调整了吸烟、饮酒、妊娠期高血压疾病、妊娠

期糖尿病、孕周、文化程度和家庭人均月收入后, 多分类 logistic 回归分析结果显示, 孕前低体重增加 SGA 发生的风险 ($aRR=1.33$, $95\%CI: 1.02 \sim 1.73$), 孕期增重不足增加 SGA 的风险 ($aRR=1.64$, $95\%CI: 1.23 \sim 2.19$); 孕前超重/肥胖可增加 LGA 的发生风险 ($aRR=1.86$, $95\%CI: 1.33 \sim 2.60$), 孕期增重过多可使 LGA 的发生风险升高 ($aRR=2.03$, $95\%CI: 1.49 \sim 2.78$)。见表 3。

4. 孕前 BMI 和孕期增重对出生体重的交互作用: 多分类 logistic 回归显示母亲孕前超重/肥胖及孕期增重过多均可影响 LGA 发生, 孕前低体重及孕期增重不足均可影响 SGA 发生, 为了验证二者之间是否有交互作用, 采用相乘模型及相加模型分析交互作用。结果显示, 对于 SGA/LGA 的发生, 相乘模型 RR 值 $95\%CI$ 包含 1, 相加模型 $RERI$ 和 API 的可信区间包含 0 及 SI 的 $95\%CI$ 包含 1, 相乘模型和相加模型均未发现孕前 BMI 与孕期增重存在交互作用。见表 4。

讨 论

本研究采用以医院为基础的队列研究设计, 探讨母亲孕前 BMI 及孕期增重与新生儿出生体重的关系。本研究中, LGA 和 SGA 的发病率分别为 9.48% 和 12.46%, 发病情况与国内其他研究结果相似^[15-16]。研究结果显示, 相比于孕前正常体重和合适的孕期增重, 孕前低体重与孕期增重不足可增加新生儿 SGA 发生的风险, 孕前超重/肥胖与孕期增重过多可增加新生儿 LGA 发生的风险。Hung 和 Hsieh^[17]发现孕前低体重可增加 SGA 的风险 ($aOR=1.85$), 孕前超重/肥胖可增加 LGA 的发生 ($aOR=1.86$), 低于 IOM 推荐的孕期增重增加 SGA 的发生风险 ($aOR=2.17$), 高于 IOM 推荐的孕期增重可增加 LGA 的风险 ($aOR=2.57$)。此外, 其他多个国家地区的研究亦支持本研究的结论^[8, 18-19]。

新生儿异常出生体重与多种因素相关, 有研究显示, 遗传因素、孕妇代谢相关因素如糖尿病等、孕妇孕前 BMI 过高和孕期增重过多等与巨大儿的发生有关^[7], 而孕前低体重、孕期增重过低以及妊娠期高血压疾病等与低出生体重有关^[20]。在这些影响新生儿出生体重的因素中, 孕前 BMI 及孕期增重是易于测量且可控的因素。因此, 了解孕前 BMI、孕期增重与新生儿出生体重对于新生儿异常体重的发生机制了解和预防具有重要意义。目前关于孕前 BMI、孕期增重对新生儿出生体重的影响机制尚不明确,

表2 新生儿出生体重影响因素分析

因素	SGA	AGA	LGA	χ^2 值	P值
高龄产妇				1.61	0.45
是	38(10.6)	198(8.8)	28(10.3)		
否	321(89.4)	2 051(91.2)	245(89.7)		
初产妇				0.64	0.73
是	267(74.4)	1 645(73.1)	205(75.1)		
否	92(25.6)	604(26.9)	68(24.9)		
吸烟				1.85	0.40
是	2(0.6)	17(0.8)	4(1.5)		
否	357(99.4)	2 232(99.2)	269(98.5)		
饮酒				0.15	0.93
是	26(7.2)	169(7.5)	22(8.1)		
否	333(92.8)	2 080(92.5)	251(91.9)		
妊娠期高血压疾病				43.20	<0.01
有	50(13.9)	112(5.0)	15(5.5)		
无	309(86.1)	2 137(95.0)	258(94.5)		
妊娠期糖尿病				12.15	<0.01
有	7(1.9)	21(0.9)	9(3.3)		
无	352(98.1)	2 228(99.1)	264(96.7)		
孕周($\bar{x}\pm s$)	38.24 \pm 2.10	38.70 \pm 2.07	39.18 \pm 1.40	17.06*	<0.01
孕前BMI				52.36	<0.01
低体重	104(29.0)	488(21.7)	33(12.1)		
正常体重	222(61.8)	1 520(67.6)	179(65.6)		
超重/肥胖	33(9.2)	241(10.7)	61(22.3)		
孕期增重				143.47	<0.01
不足	108(30.1)	350(15.6)	14(5.1)		
适宜	149(41.5)	780(34.7)	60(22.0)		
过多	102(28.4)	1 119(49.8)	199(72.9)		
文化程度				8.31	0.40
小学及以下	17(4.7)	114(5.1)	8(2.9)		
初中	121(33.8)	663(29.5)	90(33.1)		
高中/中专	84(23.4)	576(25.6)	58(21.2)		
大专	74(20.6)	468(20.8)	64(23.4)		
本科及以上	63(17.5)	428(19.0)	53(19.4)		
人均月收入(元)				4.47	0.35
<2 000	26(7.2)	205(9.1)	26(9.5)		
2 000~	167(46.6)	1 083(48.2)	118(43.2)		
>4 000	166(46.2)	961(42.7)	129(47.3)		

注:*3组之间孕周的比较采用方差分析;括号外数据为人数,括号内数据为构成比(%)

表3 母亲孕前BMI及孕期增重与新生儿出生体重的关系

变量	SGA		LGA	
	RR值(95%CI)	aRR值(95%CI)	RR值(95%CI)	aRR值(95%CI)
孕前BMI				
低体重	1.46(1.13~1.88)	1.33(1.02~1.73)	0.57(0.39~0.84)	0.66(0.45~0.98)
正常体重	1.00	1.00	1.00	1.00
超重/肥胖	0.94(0.63~1.38)	0.89(0.58~1.35)	2.15(1.56~2.96)	1.86(1.33~2.60)
孕期增重				
不足	1.61(1.22~2.13)	1.64(1.23~2.19)	0.52(0.29~0.94)	0.54(0.30~0.98)
适宜	1.00	1.00	1.00	1.00
过多	0.48(0.37~0.62)	0.48(0.36~0.63)	2.31(1.71~3.13)	2.03(1.49~2.78)

注:aRR为调整吸烟、饮酒、妊娠期高血压疾病、妊娠期糖尿病、孕周、文化程度和家庭人均月收入的RR值

二者可能通过不同的途径影响出生体重。孕前BMI主要反映孕前母体的营养状况,而孕期增重是母婴

生理改变、基因和营养状况等多个指标的综合反映。孕前低体重孕妇可能由于未能为胎儿生长发育提供足够的营养而导致胎儿生长发育受限。研究表明,微量营养素的缺乏可导致胎儿宫内生长受限(IUGR),提高微量营养素的摄入可减少孕前低体重孕妇发生IUGR的风险及提高新生儿出生体重^[21]。此外,孕前低体重孕妇的血容量、心输出量相较于正常孕妇均处于较低水平,故其胎盘供血可能也相对较少,经胎盘传递给胎儿的营养物质不足,继而导致更低的出生体重^[22]。当然,二者之间的关系还可能是某些肥胖相关激素水平差异以及基因差异引起的,这些都可能与新生儿异常体重的发生有关^[23],如孕前超重肥胖或孕期增重过多的孕妇更可能发生胰岛素抵抗,胰岛素抵抗导致机体代谢异常,胎儿可通过胎盘获取更多的来自母体的营养物质,进而导致胎儿高胰岛素血症及加速胎儿在母体内的生长发育,进而导致LGA的发生^[24]。因此,本研究中发现孕前BMI及孕期增重对新生儿出生体重的影响可能由上述机制引起。

异常的出生体重是多种因素共同作用的结果,包括遗传因素、母体营养环境、以及胎儿及胎盘因素等,这些因素之间可能存在交互作用。以往研究常采用相乘模型(如logistic回归模型)检测孕前BMI与孕期增重对于新生儿出生体重是否存在交互作用^[25],但相乘模型未能观察到统计学差异并不代表不存在交互作用,还应进一步采用相加模型进行检测^[14]。在本研究中,分别采用相乘模型及相加模型对孕前BMI及孕期增重之间的交互作用进行分析,结果显示无论对于SGA还是LGA,相乘模型和相加模型都没有发现孕前BMI和孕期增重之间存在交互作用。以往的研究显示,孕前肥胖的严重程度会修饰孕期增重与胎儿出生体重的关系^[23],

即孕前肥胖程度越高其对应的孕期增重将越低,但本研究由于样本量的限制,将孕前超重与肥胖孕妇

表 4 母亲孕前 BMI 与孕期增重对新生儿出生体重的交互作用分析

孕前低体重	增重不足	SGA	孕前超重/肥胖	增重过多	LGA
-	-	1.00	-	-	1.00
+	-	1.22(0.83 ~ 1.82)	+	-	2.08(0.95 ~ 4.58)
-	+	1.52(1.05 ~ 2.20)	-	+	2.11(1.44 ~ 3.08)
+	+	2.49(1.59 ~ 3.88)	+	+	3.94(2.48 ~ 6.25)
相乘交互作用					
OR 值(95%CI)	1.33(0.72 ~ 2.47)		0.90(0.38 ~ 2.12)		
相加交互作用					
RERI(95%CI)	0.73(-0.38 ~ 1.85)		0.73(-1.25 ~ 2.71)		
API(95%CI)	0.30(-0.07 ~ 0.66)		0.19(-0.29 ~ 0.66)		
SI(95%CI)	1.98(0.66 ~ 5.99)		1.33(0.58 ~ 3.09)		

注: RERI: 交互作用超额危险度; API: 交互作用归因比例; SI: 交互作用指数

合并为一组, 未能对孕前肥胖孕妇进行进一步的分组, 因而未能进一步检测孕前肥胖程度与孕期增重量对于新生儿出生体重的交互作用。

本研究采用队列研究设计的方法, 孕妇及婴儿相关信息来源于调查问卷及医院电子信息系统, 数据较为准确, 能较好地控制偏倚。本研究存在局限性, 对于孕妇适宜增重的范围采用美国 IOM 推荐的值, 虽然其在国际上被广泛使用, 但是否适用于中国孕妇还有待验证。此外, 由于本研究中研究对象来源于一家医院, 因此对于 LGA 和 SGA 的发生情况代表性有限。将来可采用多中心大样本的研究设计, 记录更加详细的孕妇孕期相关情况, 如不同孕期孕妇的增重状况及孕前和孕期的饮食情况, 记录更为详尽的孕妇孕前及孕期的营养情况, 跟踪随访新生儿出生后更长期的体重变化, 更为全面地分析三者之间的关系。

综上所述, 孕前 BMI 及孕期体重增加是新生儿出生体重的独立影响因素, 未发现二者对出生体重的交互作用。计划怀孕的育龄期妇女应采取有关措施控制孕前体重及保持适宜孕期增重, 以减少新生儿异常出生体重的发生。

利益冲突 无

参 考 文 献

[1] Rossi AC, Mullin P, Prefumo F. Prevention, management, and outcomes of macrosomia: a systematic review of literature and meta-analysis[J]. *Obstet Gynecol Surv*, 2013, 68(10): 702-709. DOI: 10.1097/01.ogx.0000435370.74455.a8.

[2] Alexander BT, Dasinger JH, Intapad S. Effect of low birth weight on women's health[J]. *Clin Ther*, 2014, 36(12): 1913-1923. DOI: 10.1016/j.clinthera.2014.06.026.

[3] Katz J, Lee AC, Kozuki N, et al. Mortality risk among term and preterm small for gestational age infants[J]. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*, 2015, 81: 29-35. DOI: 10.1159/000365800.

[4] Wardlaw T, Blanc A, Zupan J, et al. Low birthweight: country,

regional and global estimates [M]. New York: UNICEF, WHO, 2004.

[5] Chan PYL, Morris JM, Leslie GI, et al. The long-term effects of prematurity and intrauterine growth restriction on cardiovascular, renal, and metabolic function [J]. *Int J Pediatr*, 2010, 2010: 280402. DOI: 10.1155/2010/280402.

[6] Weissmann-Brenner A, Simchen MJ, Zilberberg E, et al. Maternal and neonatal outcomes of large for gestational age pregnancies [J]. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2012, 91(7): 844-849. DOI: 10.1111/j.1600-0412.2012.01412.x.

[7] Júnior EA, Peixoto AB, Zamarian ACP, et al. Macrosomia [J]. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*, 2017, 38: 83-96. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2016.08.003.

[8] Yu ZB, Han SP, Zhu JG, et al. Pre-pregnancy body mass index in relation to infant birth weight and offspring overweight/obesity: a systematic review and meta-analysis [J]. *PLoS One*, 2013, 8(4): e61627. DOI: 10.1371/journal.pone.0061627.

[9] Goldstein RF, Abell SK, Ranasinha S, et al. Association of gestational weight gain with maternal and infant outcomes: a systematic review and meta-analysis [J]. *JAMA*, 2017, 317(21): 2207-2225. DOI: 10.1001/jama.2017.3635.

[10] 陈春明, 孔灵芝, 中华人民共和国卫生部疾病控制司. 中国成人超重和肥胖症预防控制指南 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006.

Chen CM, Kong LZ, Bureau of Disease Prevention and Control, Ministry of Health of China. The guideline for prevention and control of overweight and obesity in Chinese adults [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2006.

[11] Dai L, Deng CF, Li YH, et al. Birth weight reference percentiles for Chinese [J]. *PLoS One*, 2014, 9(8): e104779. DOI: 10.1371/journal.pone.0104779.

[12] Institute of Medicine Committee on Understanding Premature Birth and Assuring Healthy Outcomes. The national academies collection: reports funded by national institutes of health [M]// Behrman RE, Butler AS. Preterm birth: causes, consequences and prevention. Washington: National Academies Press, 2007.

[13] Andersson T, Alfredsson L, Källberg H, et al. Calculating measures of biological interaction [J]. *Eur J Epidemiol*, 2005, 20(7): 575-579. DOI: 10.1007/s10654-005-7835-x.

[14] 邱宏,余德新,王晓蓉,等. Logistic回归模型中交互作用的分析及评价[J]. 中华流行病学杂志, 2008, 29(9): 934-937. DOI: 10.3321/j.issn:0254-6450.2008.09.019.
Qiu H, Yu DX, Wang XR, et al. Study on the interaction under logistic regression modeling[J]. Chin J Epidemiol, 2008, 29(9): 934-937. DOI: 10.3321/j.issn:0254-6450.2008.09.019.

[15] Lu Y, Zhang J, Lu X, et al. Secular trends of macrosomia in southeast China, 1994-2005 [J]. BMC Public Health, 2011, 11(1):1-9. DOI:10.1186/1471-2458-11-818.

[16] 郭玲玲,申嘉欣,汝首杭,等. 孕前体质指数对围孕期增补叶酸与小于胎龄儿关系影响的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2017, 38(9):1263-1268. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.09.024.
Guo LL, Shen JX, Ru SH, et al. Association between periconceptional folic acid supplementation and small for gestational age birth based on pre-pregnancy body mass index[J]. Chin J Epidemiol, 2017, 38(9): 1263-1268. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.09.024.

[17] Hung TH, Hsieh TT. Pregestational body mass index, gestational weight gain, and risks for adverse pregnancy outcomes among Taiwanese women: a retrospective cohort study [J]. Taiwan J Obstet Gynecol, 2016, 55(4): 575-581. DOI: 10.1016/j.tjog.2016.06.016.

[18] Liu P, Xu L, Wang Y, et al. Association between perinatal outcomes and maternal pre-pregnancy body mass index [J]. Obesity Rev, 2016, 17(11): 1091-1102. DOI: 10.1111/obr.12455.

[19] Rockhill K, Dorfman H, Srinath M, et al. The Effects of Prepregnancy Body Mass Index and Gestational Weight Gain on Fetal Macrosomia Among American Indian/Alaska Native Women [J]. Matern Child Health J, 2015, 19(11): 2480-2491. DOI: 10.1007/s10995-015-1769-z.

[20] Kramer MS. The Epidemiology of Low Birthweight [J]. Nestle Nutr Inst Workshop Ser, 2013, 74(3): 1-10. DOI: 10.1159/000348382.

[21] Neggers Y, Goldenberg RL. Some thoughts on body mass index, micronutrient intakes and pregnancy outcome [J]. J Nutr, 2003, 133(5 Suppl 2): 1737S. DOI: 10.1093/jn/133.5.1737S.

[22] Rosso P, Salas SP. Mechanisms of fetal growth retardation in the underweight mother [A]. In: Nutrient Regulation during Pregnancy, Lactation, and Infant Growth: Springer, 1994: 1-9.

[23] Yao JX, Rong P, Han L, et al. Associations of neonatal high birth weight with maternal pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain: a case-control study in women from Chongqing, China [J]. BMJ Open, 2016, 6(8): e010935. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-010935.

[24] Zhao R, Xu L, Wu ML, et al. Maternal pre-pregnancy body mass index, gestational weight gain influence birth weight [J]. Women Birth J Australian College Midwives, 2018, 31(1): e20-25. DOI: 10.1016/j.wombi.2017.06.003.

[25] Salvatore A, Marcella M, Valentina B, et al. The role of gestational diabetes, pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain on the risk of newborn macrosomia: results from a prospective multicentre study [J]. BMC Pregnancy Childbirth, 2014, 14(1): 23. DOI: 10.1186/1471-2393-14-23.

(收稿日期:2017-12-15)

(本文编辑:万玉立)

中华流行病学杂志第七届编辑委员会成员名单

(按姓氏汉语拼音排序)

名誉总编辑 郑锡文

顾问 曲成毅 王滨有 乌正赉 张孔来 赵仲堂 庄辉

总编辑 李立明

副总编辑 曹务春 冯子健 顾东风 何耀 贺雄 姜庆五 汪华 徐建国 詹思延

编辑委员 毕振强 蔡琳 曹广文 曹务春 陈峰 陈坤 陈可欣 陈维清 程锦泉 杜建伟

段广才 方向华 冯子健 龚向东 顾东风 郭志荣 何耀 何剑峰 贺雄 胡东生

胡国良 胡永华 胡志斌 贾崇奇 姜宝法 姜庆五 阚飙 康德英 李丽 李群

李敬云 李俊华 李立明 廖苏苏 刘静 刘民 刘殿武 刘天锡 卢金星 陆林

栾荣生 罗会明 吕繁 吕筠 马文军 孟蕾 米杰 潘凯枫 祁禄 乔友林

邱洪斌 仇小强 沈洪兵 施榕 施小明 时景璞 苏虹 谭红专 唐金陵 汪华

汪宁 王蓓 王岚 王鸣 王定明 王建华 王全意 王素萍 吴凡 吴先萍

吴尊友 夏洪波 项永兵 徐飏 徐爱强 徐建国 许汴利 闫永平 严延生 杨维中

叶冬青 于普林 于雅琴 余宏杰 俞敏 詹思延 张瑜 张博恒 张建中 张顺祥

张作风 赵方辉 赵根明 赵亚双 周宝森 周晓农 朱谦 庄贵华