

西南3省妇女孕前体质指数和孕期增重对新生儿出生体重影响的前瞻性队列研究

李丹婷 梁一 龚云辉 陈梦雪 冯萍 杨大刚 杨雯雁 刘影 成果

610041 成都,四川大学华西公共卫生学院营养食品卫生与毒理学系(李丹婷、梁一、陈梦雪、冯萍、成果),华西第二医院妇产科(龚云辉); 550001 贵阳,贵州医科大学附属医院临床营养科(杨大刚、杨雯雁、刘影)

通信作者:成果, Email:chw_cheng@126.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.10.006

【摘要】 目的 探讨孕妇孕前BMI、孕期增重对新生儿出生体重的影响。**方法** 以来自西南3省的5 395名孕妇为研究对象,根据WHO推荐的BMI分类标准将孕妇分为孕前低体重组、正常体重组、超重组以及肥胖组。按照美国医学研究院推荐的孕期增重标准定义各组孕妇孕期增重是否适宜。采用无序多分类logistic回归模型分析孕前BMI和孕期增重与新生儿出生体重的关系。**结果** 调整相关混杂因素后,孕前BMI较低($OR=1.91, 95\%CI: 1.47 \sim 2.50$)是分娩小于胎龄儿(SGA)的危险因素,但可降低分娩大于胎龄儿(LGA)的风险($OR=0.55, 95\%CI: 0.47 \sim 0.66$)。孕期增重不足会使SGA的发生风险增加($OR=1.57, 95\%CI: 1.21 \sim 2.03$),分娩LGA的风险降低($OR=0.48, 95\%CI: 0.41 \sim 0.57$)。孕前超重肥胖($OR=1.85, 95\%CI: 1.58 \sim 2.17$)以及孕期增重过多($OR=1.87, 95\%CI: 1.67 \sim 2.11$)与LGA的发生风险呈正相关。分层分析显示孕期增重不足仅会使孕前BMI较低和正常的孕妇分娩SGA的风险升高,对孕前超重肥胖的孕妇分娩SGA的风险没有影响。**结论** 孕前BMI和孕期增重是新生儿出生体重的重要影响因素,应加强孕妇健康教育、合理控制孕期增重。

【关键词】 体质指数; 孕期增重; 新生儿; 出生体重

基金项目:国家自然科学基金(81673158)

Relations between pregestational body mass index, gestational weight gain and birth weight of neonates among women in the Southwest areas of China: A prospective cohort study Li Danting, Liang Yi, Gong Yunhui, Chen Mengxue, Feng Ping, Yang Dagang, Yang Wenyan, Liu Ying, Cheng Guo

Department of Nutrition, Food Safety and Toxicology, West China School of Public Health (Li DT, Liang Y, Chen MX, Feng P, Cheng G), Department of Obstetrics and Gynecology, West China Second University Hospital (Gong YH), Sichuan University, Chengdu 610041, China; Department of Clinical Nutrition, Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550001, China (Yang DG, Yang WY, Liu Y)
Corresponding author: Cheng Guo, Email: chw_cheng@126.com

【Abstract】 Objective To explore the effects of both pre-gestational BMI and gestational weight gain (GWG) on the birth weight of neonates. **Methods** A total of 5 395 pregnant women were selected from the Southwest areas of China (Sichuan/Yunnan/Guizhou) and were divided into groups as pre-gestational underweight, normal weight, overweight and obesity, according to the WHO Recommendation on BMI Classification. Guidelines on Pregnancy weight were adopted from the Institute of Medicine to confirm the accuracy of GWG. Multinomial logistic regression model was used to assess the associations between pregestational BMI and GWG, on the birth weight of the neonates. **Results** After adjusting for related confounders, low pre-gestational BMI appeared as a risk factor for SGA ($OR=1.91, 95\%CI: 1.47-2.50$), and was also associated with the decreased risk of LGA ($OR=0.55, 95\%CI: 0.47-0.66$). Inadequate GWG was both associated with the increased risk of delivering SGA ($OR=1.57, 95\%CI: 1.21-2.03$) and the decreased risk of LGA ($OR=0.48, 95\%CI: 0.41-0.57$). Pre-gestational overweight/obesity ($OR=1.85, 95\%CI: 1.58-2.17$) and excessive GWG ($OR=1.87, 95\%CI: 1.67-2.11$) were both positively associated with the risks on LGA. Data from the stratified analysis indicated that inadequate GWG was positively associated with the risk of SGA

among underweight or normal weight women (all $P < 0.05$), but not with those overweight/obese women. **Conclusions** Pre-gestational BMI and GWG were important influencing factors on the birth weight of neonates. Health education programs for pregnant women should be intensified and gestational weight gain should also be reasonably under control.

【Key words】 Body mass index; Gestational weight gain; Neonate; Birth weight

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81673158)

胎儿的生长发育受到母体营养状况和生活方式等多种因素的影响,妇女孕前超重肥胖及孕期营养过剩会增加不良妊娠结局的发生风险,还可能影响儿童未来的健康成长^[1-3]。研究表明,孕期增重过多是大于胎龄儿(large for gestational age, LGA)和巨大儿发生的重要危险因素^[4-6],不利于母婴健康的发展。因此,研究孕前BMI和孕期增重对新生儿出生体重的影响,并据此制订合理的孕期体重控制计划尤为重要。目前,我国开展的相关研究多数缺乏科学的孕期增重标准且样本量较小。2009年,美国医学研究院(the Institute of Medicine, IOM)对孕期增重指南进行了修订^[7],这不仅适用于发达国家的妇女,对我国妇女同样适用^[8]。本研究以西南3省孕妇为研究对象,前瞻性分析妇女孕前BMI和孕期增重对新生儿出生体重的影响,以期对孕妇孕期保健提供指导,预防不良妊娠结局的发生。

对象与方法

1. 研究对象:来自2016年1月至2016年12月在四川、云南、贵州省开展的孕期增重队列研究。采用分层多阶段的概率比例规模抽样方法,将3省按照城市和农村分为6层,从每层中抽取3个街道/乡镇,再在其中随机抽取5个医院/卫生服务中心,每个医院/卫生服务中心随机抽取符合条件的孕妇,共计5 789人。纳入标准:①年龄为18~45周岁;②在孕12周以前在医院或卫生服务中心建卡的单胎妊娠孕妇。所有研究对象均为随机选取,不具有明显的选择性。

2. 方法及内容:

(1)体格测量:现场工作主要由卫生服务中心或医院承担,所有孕妇在整个孕期进行4~9次定期产前检查,由培训合格的医护人员测量并记录孕妇的身高和孕期体重,孕前体重由孕妇提供。根据身高和孕前体重,计算孕前BMI(kg/m^2)。孕期增重为分娩前体重减去孕前体重。新生儿的出生体重和身长由医护人员使用卧式婴儿身长体重仪测量(精确到0.01 kg和1 cm),用皮尺测量头围(精确到1 cm)。

(2)孕前BMI及孕期增重的定义:根据WHO的推荐标准^[9],孕前BMI $< 18.5 \text{ kg}/\text{m}^2$ 定义为低体重,

18.5~24.9 kg/m^2 为正常,25.0~29.9 kg/m^2 为超重, $\geq 30.0 \text{ kg}/\text{m}^2$ 为肥胖。本研究采用2009年IOM修订的孕期增重指南^[7]:低体重、正常体重、超重以及肥胖的孕妇孕期增重的适宜范围分别为(12.5~18.0) kg、(11.5~16.0) kg、(7.0~11.5) kg和(5.0~9.0) kg。在不同的BMI分组下,将增重低于、等于以及高于IOM推荐值的孕妇分别定义为增重不足、增重适宜和增重过多。

(3)新生儿出生体重的分类标准:按照新生儿的出生体重及孕周将其分为适于胎龄儿(appropriate for gestational age, AGA)组、小于胎龄儿(small for gestational age, SGA)组和LGA组。其中AGA指出生体重在同孕周、同性别的新生儿群体的 $P_{10} \sim P_{90}$; SGA为 $< P_{10}$, LGA为 $> P_{90}$ 的新生儿^[10]。

(4)模型构建及变量赋值:以孕前BMI(kg/m^2)和孕期增重(kg)分别为自变量,新生儿出生体重组(SGA/AGA/LGA)为因变量,在初始分析中先将可能会对孕前BMI和孕期体重与新生儿出生体重的关系造成影响的混杂因素分别单独纳入模型发现,孕妇年龄、身高、是否患妊娠期糖尿病、是否早产对所研究的关系具有调节作用($P < 0.05$),因此作为混杂因素纳入最终模型。将SGA、AGA、LAG分别赋值为1、2、3;孕前正常体重、低体重和超重及肥胖分别赋值为0、1和2;孕期增重正常、增重不足和增重过多分别赋值为0、1、2;妊娠期糖尿病患病情况:0=否,1=是。将早产(在妊娠28~37周分娩)定义为1,37周以后出生定义为0。孕妇年龄和身高作为连续变量纳入模型。

3. 统计学分析:采用SAS 9.3软件进行数据分析。所有数据均先进行正态性检验和方差齐性检验。非正态连续性变量采用 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 进行描述,分类资料采用频数(%)描述。各组间 M 的比较采用秩和检验,率的组间比较使用 χ^2 检验。采用多分类logistic回归模型分析孕妇的孕前BMI、孕期增重与新生儿出生体重组(SGA/AGA/LGA)的关系,以AGA组为参照组,SGA和LGA组分别与AGA组进行比较。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

交互作用分析表明,孕期增重和不良出生结局之间的关系与孕前BMI存在交互作用($P = 0.04$),根

据孕前BMI将孕妇分组,以新生儿出生体重为因变量,孕妇的孕期增重为自变量,采用多分类logistic回归模型进行分层分析,比较方法同上。

结 果

1. 基本情况:本研究共调查5 789名孕妇,排除分娩孕周<28周或分娩死胎以及数据缺失者,最终有效样本量为5 395人,其分娩时年龄 $M=30.0$ 岁,孕前BMI $M=20.5 \text{ kg/m}^2$,孕期平均增重为13.6 kg;家庭人均月收入较高($\geq 3 000$ 元)的孕妇占55.3%,65.1%文化程度较高(大专/大学及以上),1.2%在孕期有主动吸烟的行为。孕妇分娩AGA、SGA、LGA的发生率分别为83.8%、5.9%和10.3%。

2. 孕前BMI及孕期增重组新生儿出生体重情况:按照孕前BMI分组后,由于达到肥胖标准的孕妇占比较少(0.6%),故将超重和肥胖的孕妇合并为一组进行分析,孕前超重肥胖的孕妇为496人(9.2%)。各孕前BMI和孕期增重组新生儿出生体重间的差异有统计学意义($P<0.001$)。见表1。

表1 各孕前BMI组及孕期增重组新生儿出生体重比较

变量	例数(%)	新生儿出生体重(g) ^a	H值	P值
孕前BMI			69.340	<0.001
低体重	924(17.1)	3 180(2 920 ~ 3 420)		
正常体重	3 975(73.7)	3 290(3 030 ~ 3 560)		
超重及肥胖	496(9.2)	3 342(3 045 ~ 3 645)		
合计	5 395(100.0)	3 270(3 010 ~ 3 550)		
孕期增重			300.921	<0.001
增重不足	1 453(26.9)	3 140(2 880 ~ 3 400)		
增重适宜	2 600(48.2)	3 280(3 040 ~ 3 530)		
增重过多	1 342(24.9)	3 420(3 100 ~ 3 710)		
合计	5 395(100.0)	3 270(3 010 ~ 3 550)		

注: ^a非正态分布的连续性变量使用 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 描述; ^bKruskal-Wallis秩和检验

3. 孕前BMI和孕期增重对新生儿出生体重的影响:多因素logistic回归结果显示,在调整了孕妇分娩时年龄、身高、妊娠期糖尿病、早产等混杂因素

后,与孕前BMI正常的孕妇相比,低体重孕妇分娩SGA的风险升高($OR=1.91, 95\%CI: 1.47 \sim 2.50$),但分娩LGA的风险降低了45%($95\%CI: 0.47 \sim 0.66$);孕前超重肥胖是分娩LGA的危险因素($OR=1.85, 95\%CI: 1.58 \sim 2.17$),但与分娩SGA的风险无关。与孕期增重适宜的孕妇相比:增重不足的孕妇分娩SGA的风险增加($OR=1.57, 95\%CI: 1.21 \sim 2.03$),分娩LGA的风险降低($OR=0.48, 95\%CI: 0.41 \sim 0.57$);而孕期增重过多的孕妇分娩LGA的风险增加($OR=1.87, 95\%CI: 1.67 \sim 2.11$)。对所有模型进行Hosmer-Lemeshowz拟合优度检验, $P>0.05$,说明预测值与观测值之间差异无统计学意义,模型较好地拟合了数据。见表2。

4. 分层分析:孕前低体重和体重正常的孕妇若孕期增重不足,分娩SGA的风险会增加(均 $P<0.05$)。对于各孕前BMI组来说,若孕期增重不足,分娩LGA的风险均会降低(均 $P<0.001$);若增重过多,则分娩LGA的风险均会升高(均 $P<0.001$)。其余组间的关联均没有统计学意义。对所有模型进行Hosmer-Lemeshowz拟合优度检验,均 $P>0.05$,可认为模型较好地拟合了数据。见表3。

讨 论

近年来,我国社会经济的不断发展以及居民生活水平的日益提高,孕妇孕期体重增长过多、产后体重滞留、巨大儿和LGA发生率上升等问题也随之出现。越来越多的研究者开始关注孕前BMI和孕期增重对新生儿健康的影响。目前我国并没有统一的孕期增重标准,本研究采用了2009年美国IOM最新修订的孕期增重指南来定义孕期增重水平。杨延冬和杨慧霞^[8]已经证实美国IOM孕期增重指南同样适用于我国孕产妇,所以本研究得出的结果具有科学性和可信性。本研究中孕期增重的平均值为13.6 kg,低于我国北京(16.0 kg)、上海(15.4 kg)、深圳(15.5 kg)

表2 孕期增重及孕前BMI与新生儿出生体重的回归分析^a

变量	SGA($n=317$)				LGA($n=558$)			
	人数(%)	OR值(95%CI)	H-L C^2 ^b	P值	人数(%)	OR值(95%CI)	H-L C^2 ^b	P值
孕前BMI								
正常体重	205(64.7)	1.00	5.18	0.74	418(74.9)	1.00	5.86	0.66
低体重	86(27.1)	1.91(1.47 ~ 2.50) ^c			55(9.9)	0.55(0.47 ~ 0.66) ^c		
超重及肥胖	26(8.2)	0.90(0.58 ~ 1.40)			85(15.2)	1.85(1.58 ~ 2.17) ^c		
孕期增重								
增重适宜	135(42.6)	1.00	7.96	0.44	256(45.9)	1.00	7.20	0.52
增重不足	118(37.2)	1.57(1.21 ~ 2.03) ^c			73(13.1)	0.48(0.41 ~ 0.57) ^c		
增重过多	64(20.2)	0.97(0.72 ~ 1.32)			229(41.0)	1.87(1.67 ~ 2.11) ^c		

注: ^a调整了孕妇年龄、身高、是否患妊娠期糖尿病、是否早产; ^bHosmer-Lemeshowz检验; ^c $P<0.001$

表3 不同BMI组别下孕期增重与新生儿出生体重的回归分析^a

变量	SGA(n=317)				LGA(n=558)			
	人数(%)	OR值(95%CI)	H-L C ^{2b}	P值	人数(%)	OR值(95%CI)	H-L C ^{2b}	P值
低体重组								
增重适宜	41(47.7)	1.00	15.51	0.052	34(61.8)	1.00	6.00	0.65
增重不足	38(44.2)	1.76(1.10 ~ 2.82) ^c			4(7.3)	0.22(0.12 ~ 0.40) ^d		
增重过多	7(8.1)	0.83(0.37 ~ 1.90)			17(30.9)	2.30(1.57 ~ 3.36) ^d		
正常体重组								
增重适宜	83(40.5)	1.00	5.90	0.66	197(47.1)	1.00	8.85	0.36
增重不足	74(36.1)	1.56(1.12 ~ 2.16) ^c			60(14.4)	0.54(0.45 ~ 0.64) ^d		
增重过多	48(23.4)	1.18(0.82 ~ 1.70)			161(38.5)	1.66(1.46 ~ 1.90) ^d		
超重肥胖组								
增重适宜	11(42.3)	1.00	5.38	0.72	25(29.4)	1.00	15.31	0.055
增重不足	6(23.1)	1.05(0.34 ~ 3.25)			9(10.6)	0.57(0.34 ~ 0.94) ^c		
增重过多	9(34.6)	0.67(0.26 ~ 1.69)			51(60.0)	1.77(1.28 ~ 2.47) ^d		

注：^a调整了孕妇年龄、身高、是否患妊娠期糖尿病、是否早产；^bHosmer-Lemeshowz检验；^cP<0.05；^dP<0.001

等市的研究^[11-13]，可能是由于西南3省经济发展水平相对落后造成的。

本研究表明孕妇孕前BMI较低、孕期增重小于IOM推荐值会增加SGA的发生风险，但会降低分娩LGA的风险；孕前超重肥胖以及孕期增重超过IOM推荐值则是分娩LGA的危险因素，与浙江省和天津市的研究结果一致^[4-5]，提示孕前BMI以及孕期增重均是影响新生儿体重的重要因素。Haugen等^[14]对挪威56 101名孕妇的研究显示将孕妇按照孕前BMI分组后，孕期增重对分娩LGA以及SGA风险的影响较未分组时有所改变，由此可见孕前BMI与孕期增重对新生儿出生体重的影响可能是非独立因素。进一步分层分析发现，与增重适宜的孕妇相比，孕期增重不足是孕前低体重和正常体重孕妇分娩SGA的危险因素，但不会增加超重肥胖孕妇分娩SGA的风险，对中国台湾地区孕妇的研究也发现了类似结果^[15]，提示需根据孕妇的孕前BMI制订孕期增重计划。

本研究为前瞻性队列研究，样本量较大，涵盖了四川、云南、贵州3省，采用分层多阶段的PPS且研究对象的选取不具有明显的选择性，在一定程度上具有良好的代表性。关于孕前BMI与孕期增重对新生儿出生体重影响的相关机制目前还尚无定论。有研究认为孕期增重并不是自身直接影响新生儿出生体重，而是通过其他的潜在因素发挥作用，如孕妇孕期的膳食摄入以及体力活动强度等^[5]。因此，还需要继续进一步开展相关研究探明孕前BMI和孕期增重与新生儿出生体重间的因果关系。

综上所述，妇女孕前BMI以及孕期增重是新生儿出生体重的重要影响因素。相关部门及临床工作人员应加大孕前的健康教育，使妇女在孕前将BMI保持在正常范围内，对于已经怀孕的妇女，一定要合理

控制孕期增重以减少各种不良妊娠结局的发生。
利益冲突 无

参 考 文 献

[1] Li CM, Liu YJ, Zhang WY. Joint and independent associations of gestational weight gain and pre-pregnancy body mass index with outcomes of pregnancy in Chinese women: a retrospective cohort study [J]. PLoS One, 2015, 10 (8) : e0136850. DOI: 10.1371/journal.pone.0136850.

[2] 毛雷婧, 葛星, 徐叶清, 等. 孕前体重指数和孕中期体重增加对妊娠期糖尿病发病影响的队列研究[J]. 中华流行病学杂志, 2015, 36(5): 416-420. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.05.002.

Mao LJ, Ge X, Xu YQ, et al. Pregestational body mass index, weight gain during first half of pregnancy and gestational diabetes mellitus: a prospective cohort study [J]. Chin J Epidemiol, 2015, 36(5): 416-420. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.05.002.

[3] 牛影, 徐叶清, 郝加虎, 等. 马鞍山市妇女孕前体质指数和孕期增重与妊娠期高血压疾病的队列研究[J]. 卫生研究, 2016, 45 (2): 205-210.

Niu Y, Xu YQ, Hao JH, et al. Prepregnancy body mass index, gestational weight gain and hypertensive disorder complicating pregnancy: a prospective cohort study in Ma' anshan city [J]. J Hyg Res, 2016, 45(2): 205-210.

[4] 毛亚飞, 连宏宇, 黄满仙, 等. 孕前体质指数及孕期增重对新生儿出生体重的影响 [J]. 浙江预防医学, 2017, 29 (10) : 1054-1057. DOI: 10.19485/j.cnki.issn1007-0931.2017.10.023.

Mao YF, Lian HY, Huang MX, et al. Effects of pregestational body mass index and gestational weight gain on birth weight of neonates [J]. Prev Med, 2017, 29 (10) : 1054-1057. DOI: 10.19485/j.cnki.issn1007-0931.2017.10.023.

[5] Nan L, Liu EQ, Jia G, et al. Maternal prepregnancy body mass index and gestational weight gain on pregnancy outcomes [J]. PLoS One, 2013, 8 (12) : e82310. DOI: 10.1371/journal.pone.0082310.

