

孕期运动对新生儿体重和皮下脂肪厚度的影响

沈梦碧^{1,2}, 汪子夏², 郑佳琦², 张妍², 田英², 高宇², 雷晓宁²

1. 上海健康医学院医疗器械学院数据科学与大数据技术系, 上海 200135

2. 上海交通大学医学院公共卫生学院环境与健康系, 上海 200025

摘要:

[背景] 孕期运动与母婴健康关系密切。国外研究提示孕期运动可能会影响新生儿的体重和皮下脂肪厚度, 但国内相关研究较少, 结论尚不一致。

[目的] 探讨孕期运动对新生儿体重和皮下脂肪厚度的影响。

[方法] 本研究基于上海优生儿童队列, 以孕妇及其子代作为研究对象, 共纳入 959 对。采用国际体力活动量表收集孕早期和孕中期每周步行频率和每天步行时长; 并采用熵权法计算孕早期和孕中期的累计运动指数。使用校准天平测量新生儿出生体重; 用 Harpenden 皮褶卡钳测量腹部、肩胛、肱三头肌三个部位的皮下脂肪厚度, 并计算这三个部位的皮下脂肪厚度之和。运用多重线性回归模型分析孕期累计运动指数与新生儿体重和皮下脂肪厚度的关系, 并按孕妇孕前体重指数(BMI)和新生儿性别进行亚组分层分析。

[结果] 孕妇的平均年龄为(28.5±3.8)岁, 孕前 BMI 为(21.4±3.0) kg·m⁻²。男婴比女婴略多(54.3% vs 45.7%), 新生儿的体重为(3374.0±427.5)g。腹部、肩胛、肱三头肌的皮下脂肪厚度分别为(4.4±1.3)、(5.4±1.4)、(6.0±1.5) mm, 皮下脂肪厚度之和为(15.8±3.9) mm。在孕早期和孕中期, 每周步行 4 d 及以上的孕妇分别占 77.3%和 88.7%; 平均每天步行时长分别为(36.9±27.2)、(43.3±26.3) min; 累计运动指数分别为 25.6±17.7 和 35.9±21.1。多重线性回归分析结果显示: 在孕中期, 累计运动指数与新生儿腹部($b=-0.006$, 95%CI: -0.010~-0.003)、肩胛($b=-0.005$, 95%CI: -0.009~-0.002)、肱三头肌($b=-0.006$, 95%CI: -0.010~-0.002)和皮下脂肪厚度之和($b=-0.018$, 95%CI: -0.028~-0.007)均呈负相关($P<0.05$); 在孕早期和孕中期, 累计运动指数与体重的关联无统计学意义。分层分析发现, 孕中期的累计运动指数与皮下脂肪厚度的负向关联在男婴和母亲孕前 BMI 正常的新生儿中仍然具有统计学意义($P<0.05$)。

[结论] 孕妇孕中期累计运动指数与新生儿皮下脂肪厚度呈负相关, 且可能存在新生儿性别和孕妇孕前不同 BMI 之间的差异。

关键词: 孕期运动; 皮下脂肪厚度; 体重; 新生儿; 累计运动指数

Effects of maternal exercise during pregnancy on neonatal weight and subcutaneous fat thickness
SHEN Mengbi^{1,2}, WANG Zixia², ZHENG Jiaqi², ZHANG Yan², TIAN Ying², GAO Yu², LEI Xiaoning² (1. Department of Data Science and Big Data Technology, School of Medical Devices, Shanghai University of Medicine & Health Sciences, Shanghai 200135, China; 2. Department of Environmental Health, School of Public Health, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China)

Abstract:

[Background] Exercise during pregnancy is closely related to maternal and infant health. Previous studies in developed countries have linked maternal exercise during pregnancy with newborn body weight as well as subcutaneous fat thickness. However, the relevant studies in China are limited, and the conclusions remain inconsistent.

[Objective] To investigate the effects of maternal exercise during pregnancy on neonatal weight and subcutaneous fat thickness.

[Methods] Based on the Shanghai Birth Cohort, 959 maternal-infant pairs were included in this study. The International Physical Activity Questionnaire was used to collect average weekly frequency and daily minutes of walking in the first and second trimesters, and entropy weight method was used to calculate the cumulative exercise index in the two trimesters. Birth weight was measured using a calibrated weigh scale. Subcutaneous fat thickness was measured at abdomen, scapula, and triceps with a Harpenden skinfold caliper for all newborns and the sum of the thickness for the three sites was then calculated. A multiple linear regression model was employed to estimate the relationships of cumulative exercise index during pregnancy with neonatal body weight and subcutaneous fat thickness. Subgroup analyses stratified by pre-pregnancy



DOI 10.11836/JEOM22103

基金项目

上海市公共卫生体系建设三年行动计划(2020—2022年)重点学科计划项目(GWV-10.1-XK11); 上海市 2021 年度“科技创新行动计划”自然科学基金项目(21ZR1435800); 上海交通大学医工交叉研究基金青年项目(YG2021QN02)

作者简介

沈梦碧(2001—), 女, 本科生;
E-mail: shenmengbi@foxmail.com

通信作者

雷晓宁, E-mail: xiaoninglei@sjtu.edu.cn

伦理审批

已获取
利益冲突 无申报
收稿日期 2022-03-24
录用日期 2022-09-20

文章编号 2095-9982(2022)10-1083-06

中图分类号 R17

文献标志码 A

►引用

沈梦碧, 汪子夏, 郑佳琦, 等. 孕期运动对新生儿体重和皮下脂肪厚度的影响[J]. 环境与职业医学, 2022, 39(10): 1083-1088.

►本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM22103

Funding

This study was funded.

Correspondence to

LEI Xiaoning, E-mail: xiaoninglei@sjtu.edu.cn

Ethics approval

Obtained

Competing interests

None declared

Received

2022-03-24

Accepted

2022-09-20

► To cite

SHEN Mengbi, WANG Zixia, ZHENG Jiaqi, et al.

Effects of maternal exercise during pregnancy on neonatal weight and subcutaneous fat thickness

[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2022, 39(10): 1083-1088.

► Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM22103

body mass index (BMI) and sex of newborns were also performed.

[Results] The mean age of pregnant women was (28.5 ± 3.8) years, and the pre-pregnancy BMI was $(21.4 \pm 3.0) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$. Newborn boys were slightly more than newborn girls (54.3% vs 45.7%), and the neonatal weight was $(3\,374.0 \pm 427.5) \text{ g}$. The means of newborns' abdominal, scapular, and triceps subcutaneous fat thickness were (4.4 ± 1.3) , (5.4 ± 1.4) , and $(6.0 \pm 1.5) \text{ mm}$, respectively, and the sum of subcutaneous fat thickness was $(15.8 \pm 3.9) \text{ mm}$. In the first and second trimesters, 77.3% and 88.7% of pregnant women walked 4 d per week and more, respectively; the daily minutes of walking was $(36.9 \pm 27.2) \text{ min}$ and $(43.3 \pm 26.3) \text{ min}$, respectively; the cumulative exercise index was 25.6 ± 17.7 and 35.9 ± 21.1 , respectively. The results of multiple linear regression analysis showed that the cumulative exercise index in the second trimester was negatively associated with newborns' abdominal ($b = -0.006$, 95%CI: -0.010 – -0.003), scapular ($b = -0.005$, 95%CI: -0.009 – -0.002), triceps ($b = -0.006$, 95%CI: -0.010 – -0.002), and their sum of ($b = -0.018$, 95%CI: -0.028 – -0.007) subcutaneous fat thickness ($P < 0.05$); in the first and second trimesters, however, the relationship between maternal cumulative exercise and newborns' body weight was not significant. The results of stratified analyses showed that the negative associations between maternal cumulative exercise index and newborns' subcutaneous fat thickness for the second trimester remained significant in the subgroups of boys and neonates whose mothers had normal pre-pregnancy BMI ($P < 0.05$).

[Conclusion] Cumulative exercise index in the second trimester is negatively correlated with the neonatal thickness of subcutaneous fat, and the association may be altered by neonatal sexes and maternal pre-pregnancy BMI levels.

Keywords: exercise during pregnancy; subcutaneous fat thickness; weight; newborn; cumulative exercise index

运动是一种可以增强体能、增进健康、丰富文化娱乐生活的社会活动,对人体生命各个阶段的新陈代谢、免疫调节起到重要作用^[1-2]。随着对运动重要性的认识越来越多,美国妇产科协会于2004年发布了《孕期和产后运动指南》,呼吁健康孕妇适当进行不同强度的运动(步行、散步、骑自行车、游泳等),每周4次,每次不低于30 min,该指南具有较高的国际认可度^[3]。2020年世界卫生组织《关于身体活动和久坐行为指南》中首次对孕期运动提出建议,呼吁健康孕妇每周至少进行150 min的中等强度有氧身体活动^[4]。我国中华医学会儿科学分会在2021年结合国外指南和我国国情发布了《妊娠期运动专家共识(草案)》^[2],建议孕妇妊娠期应该进行每周5次、每次持续30 min的中等强度运动。

胎儿期是体格快速发育的时期,易受到包括孕期运动在内的众多因素的影响^[5]。国外已有研究提示,孕期的运动状况会影响新生儿的体重和皮下脂肪厚度,甚至可能导致孕妇妊娠糖尿病、新生儿肥胖等不良风险^[6-7]。由于不同国家存在种族人群的生活习惯等方面的差异,国外研究结果并不完全适用于我国孕妇^[8]。此外,目前研究多只关注孕期运动对出生体重的影响,对新生儿皮下脂肪厚度的关注较少。综合新生儿体重和皮下脂肪厚度能更好反映新生儿体格发育情况,并能预测儿童未来的肥胖风险^[9],更具有公共卫生学意义。鉴于此,本研究依托于上海优生儿童队列,探究孕期运动对新生儿体重和皮下脂肪厚度的影响,为我国孕期运动相关指南制定提供研究基础。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究依托于上海优生儿童队列,以2013—2016

年该队列中符合标准的孕妇及其新生儿为研究对象,本队列纳入和排除标准见前期已发表文献^[10]。本研究选择未患高血压、糖尿病及甲状腺功能异常等疾病且完整填写了孕期运动问卷的孕妇,以及其分娩的单胎且完成新生儿体重和皮下脂肪厚度测量的婴儿,共965对母婴。本研究已通过上海交通大学医学院附属新华医院医学伦理委员会批准(XHEC-C-2013-001),所有研究参与者均签署知情同意书。

1.2 调查内容和方法

本研究由受过专业培训的护士以面谈的方式对孕妇进行问卷调查,使用自制的妇女孕前调查问卷收集孕妇年龄、孕前体重指数(body mass index, BMI)、教育程度、产次、是否吸烟等信息。使用国际体力活动量表(International Physical Activity Questionnaire, IPAQ)收集孕早期和孕中期每周步行频率和每天步行时长。采用熵权法分析每周步行频率和每天步行时长指标的变异程度,计算各指标的熵值和权重,二者乘积为信息熵权值;最后将步行频率熵权值和步行时长熵权值相乘计算出孕早期和孕中期累计运动指数^[11]。使用匹兹堡睡眠质量指数量表(Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI)收集孕早期和孕中期的夜晚睡眠质量情况。孕期增重和新生儿的性别由护士摘抄自病例,由受过培训的专业医师测量新生儿出生3 d的体重、身长和皮下脂肪厚度。使用校准天平测量体重,并精确到0.1 g,使用体长计测量身长,精确到0.1 cm^[12]。使用Harpender皮褶卡钳分别测量腹部、肩胛、肱三头肌三处的皮下脂肪厚度^[13],由同一人校准仪器并进行测试,测量时用拇指和食指将测量部位的皮肤连同皮下组织捏起,测量距拇指1 cm处的皮下脂肪厚度,钳头卡住皮下脂肪后2 s读数^[14]。对体重和皮下脂肪厚

度均进行两次测量, 计算其平均值作为最终结果; 并将腹部、肩胛、肱三头肌三个部位的皮下脂肪厚度相加计算出皮下脂肪厚度之和^[15]。本研究参考 GB/T 4883—1985《数据的统计处理和解释正态样本异常值的判断和处理》标准, 剔除了新生儿体重或皮下脂肪厚度测量结果异常(超过平均值三倍)的样本($n=6$), 最终样本量为 959 对。

1.3 统计学分析

孕妇的年龄、身高、孕前 BMI、孕期累计运动指数、新生儿的出生体重和皮下脂肪厚度符合正态分布, 以均数±标准差表示; 定性资料采用构成比或率表示。采用多重线性回归模型分析孕期累计运动指数与新生儿体重和皮下脂肪厚度的关联。根据既往类似研究^[16-17], 在体重回归分析时将孕妇年龄、孕前 BMI、吸烟情况、身长、睡眠质量、教育程度、产次、孕期增重、婴儿性别作为协变量; 此外, 在皮下脂肪厚度的回归分析中将新生儿体重按四分位数(P_{25} 、 P_{50} 、 P_{75})分组, 再将其按分类协变量纳入多重线性回归分析, 以控制体重对皮下脂肪厚度的影响。根据既往类似研究^[18], 按照孕前 BMI 将孕妇分为偏瘦($BMI < 18.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$)、正常($18.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \leq BMI < 25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$)、超重和肥胖($BMI \geq 25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$)三个层次。按孕妇孕前 BMI 和新生儿性别进行亚组分层分析。所有分析均使用 R 4.1.2 统计软件实现, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 孕妇及新生儿的基本情况

本研究中孕妇的平均年龄为(28.5 ± 3.8)岁, 孕前 BMI 为(21.4 ± 3.0) $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 孕期增重为(15.1 ± 4.9) kg, 大专及以上学历者占 91.2%, 初产妇占 86.2%, 93.7%的孕妇孕早期睡眠质量良好, 88.4%的孕妇孕中期睡眠质量良好, 具体见表 1。

本研究中男婴比女婴略多(54.3% vs 45.7%)。新生儿的体重为(3374.0 ± 427.5) g, 身长为(49.9 ± 1.3) cm。腹部、肩胛、肱三头肌的皮下脂肪厚度分别为(4.4 ± 1.3)、(5.4 ± 1.4)、(6.0 ± 1.5) mm, 皮下脂肪厚度之和为(15.8 ± 3.9) mm。具体见表 2。

2.2 孕妇孕早期和孕中期的运动状况

表 3 显示: 在孕早期, 77.3%的孕妇每周步行不少于 4 d, 平均每天步行时长为(36.9 ± 27.2) min, 累计运动指数为 25.6 ± 17.7 ; 在孕中期, 88.7%的孕妇每周步行不少于 4 d, 平均每天步行时长为(43.3 ± 26.3) min,

累计运动指数为 35.9 ± 21.1 ; 孕中期的每周步行频率、每天步行时长、累计运动指数均略高于孕早期。

表 1 孕妇的基本特征($n=959$)

Table 1 Basic characteristics of pregnant women ($n=959$)	
基本特征(Basic characteristic)	$\bar{x} \pm s / n(\%)$
年龄/岁(Age/years)	28.5 ± 3.8
孕前BMI分层(Pre-pregnancy BMI level)	
偏瘦(Underweight)	17.5 ± 0.8
正常(Normal)	21.3 ± 1.7
超重和肥胖(Overweight and obese)	27.7 ± 2.4
孕期增重(Weight gain during pregnancy)/kg	15.1 ± 4.9
最高教育水平(Highest education level)	
高中及以下(High school and below)	85(8.8)
大专和本科(College and undergraduate)	771(80.3)
研究生及以上(Graduate student and above)	103(10.9)
产次(Parity)	
初产(Nulliparous)	827(86.2)
经产(Pluriparous)	132(13.8)
吸烟(Smoking)	
不吸烟(No)	944(98.5)
吸烟(Yes)	1(0.1)
以前吸烟(Quit)	1(0.1)
被动吸烟(Passive smoking)	13(1.3)
孕早期睡眠质量(Sleep quality in the first trimester)	
好(Good)	899(93.7)
一般(Fair)	47(4.9)
差(Bad)	13(1.4)
孕中期睡眠质量(Sleep quality in the second trimester)	
好(Good)	848(88.4)
一般(Fair)	102(10.7)
差(Bad)	9(0.9)

表 2 新生儿的体重、身长和皮下脂肪厚度($\bar{x} \pm s$, $n=959$)

Table 2 Weight, length, and subcutaneous fat thickness of newborns ($\bar{x} \pm s$, $n=959$)			
基本特征(Basic characteristic)	总体(Total) ($n=959$)	男婴(Boy) ($n=521$)	女婴(Girl) ($n=438$)
体重(Birth weight)/g	3374.0 ± 427.5	3408.4 ± 345.2	3334.2 ± 414.2
身长(Birth length)/cm	49.9 ± 1.3	50.0 ± 1.4	49.7 ± 1.3
皮下脂肪厚度(Subcutaneous fat thickness)/mm			
腹部(Abdominal)	4.4 ± 1.3	4.4 ± 1.3	4.4 ± 1.3
肩胛(Scapular)	5.4 ± 1.4	5.4 ± 1.4	5.4 ± 1.4
肱三头肌(Triceps)	6.0 ± 1.5	6.1 ± 1.5	5.9 ± 1.5
合计(Sum)	15.8 ± 3.9	15.9 ± 3.9	15.7 ± 3.9

2.3 孕期运动状况与新生儿体重和皮下脂肪厚度的关系

由多重线性回归结果可知, 孕妇孕中期的运动状

况与新生儿皮下脂肪厚度存在负相关关联。在孕中期, 累计运动指数与新生儿腹部($b=-0.006$, 95%CI: $-0.010\sim-0.003$)、肩胛($b=-0.005$, 95%CI: $-0.009\sim-0.002$)、肱三头肌($b=-0.006$, 95%CI: $-0.010\sim-0.002$)和皮下脂肪厚度之和($b=-0.018$, 95%CI: $-0.028\sim-0.007$)呈负相关($P<0.05$), 但与体重的关联无统计学意义; 也未观察到孕早期的运动与新生儿体重和皮下脂肪厚度的关联有统计学意义。见表 4。

表 3 孕妇孕早期和孕中期的运动状况 ($n=959$)
Table 3 Exercise of pregnant women in the first and second trimesters of pregnancy ($n=959$)

运动状况(Exercise status)	孕早期 (The first trimester) $n(\%)$	孕中期 (The second trimester) $n(\%)$
每周步行频率(Average weekly frequency of walking)/d		
0	80(8.3)	0(0)
1~	138(14.4)	108(11.3)
4~	223(23.3)	206(21.5)
7	518(54.0)	645(67.2)
每天步行时长(Daily minutes of walking)/min ($\bar{x}\pm s$)	36.9 $\pm$ 27.2	43.3 $\pm$ 26.3
累计运动指数(Cumulative exercise index)($\bar{x}\pm s$)	25.6 $\pm$ 17.7	35.9 $\pm$ 21.1

2.3.1 性别分层研究 性别分层研究结果显示, 孕中期运动与新生儿皮下脂肪厚度的关联仅在男婴中呈负相关。随着孕中期孕妇累计运动指数增加, 男婴的腹部皮下脂肪厚度($b=-0.009$, 95%CI: $-0.013\sim-0.004$)、肩胛皮下脂肪厚度($b=-0.010$, 95%CI: $-0.015\sim-0.004$)、肱三头肌皮下脂肪厚度($b=-0.010$, 95%CI: $-0.016\sim-0.005$)、皮下脂肪厚度之和($b=-0.028$, 95%CI: $-0.043\sim-0.014$)均减少($P<0.05$); 但未观察到运动与女婴的体重和皮下脂肪厚度的关联有统计学意义。见表 5。

2.3.2 孕前 BMI 分层研究 孕前 BMI 分层研究结果显示, 孕中期运动与新生儿皮下脂肪厚度的关联仅在孕前 BMI 正常的孕妇分娩的新生儿中呈负相关。随着孕妇孕中期累计运动指数增加, 孕前 BMI 正常孕妇分娩的新生儿腹部皮下脂肪厚度($b=-0.006$, 95%CI: $-0.010\sim-0.001$)、肩胛皮下脂肪厚度($b=-0.005$, 95%CI: $-0.009\sim 0$)、肱三头肌皮下脂肪厚度($b=-0.005$, 95%CI: $-0.009\sim 0$)、皮下脂肪厚度之和($b=-0.015$, 95%CI: $-0.026\sim-0.003$)均减少($P<0.05$); 但在母亲孕前偏瘦或超重肥胖的新生儿中, 均未见母亲孕期运动与新生儿体重和皮下脂肪厚度的关联有统计学意义。见表 5。

表 4 累计运动指数与新生儿体重和皮下脂肪厚度的关联 [b (95%CI), $n=959$]

Table 4 The relationships of cumulative exercise index with neonatal weight and subcutaneous fat thickness [b (95%CI), $n=959$]

孕期(Trimester)	体重(Birth weight)	腹部皮下脂肪厚度 (Abdominal subcutaneous fat thickness)	肩胛皮下脂肪厚度 (Scapular subcutaneous fat thickness)	肱三头肌皮下脂肪厚度 (Triceps subcutaneous fat thickness)	皮下脂肪厚度之和 (Sum of subcutaneous fat thickness)
孕早期(The first trimester)	-0.474(-1.708~0.760)	-0.003(-0.010~-0.003)	-0.001(-0.006~0.003)	-0.003(-0.007~0.002)	-0.007(-0.019~0.005)
孕中期(The second trimester)	-0.683(-1.731~0.366)	-0.006(-0.010~-0.003)*	-0.005(-0.009~-0.002)*	-0.006(-0.010~-0.002)*	-0.018(-0.028~-0.007)*

[注]*: $P<0.05$ 。

[Note]*: $P<0.05$.

表 5 累计运动指数与不同性别/不同孕前 BMI 孕妇的新生儿体重和皮下脂肪厚度的关系 [b (95%CI), $n=959$]

Table 5 The relationships of cumulative exercise index with neonatal weight and subcutaneous fat thickness by newborn sex stratification/pre-pregnancy BMI stratification [b (95%CI), $n=959$]

孕期(Trimester)	n	体重(Birth weight)	腹部皮下脂肪厚度 (Abdominal subcutaneous fat thickness)	肩胛皮下脂肪厚度 (Scapular subcutaneous fat thickness)	肱三头肌皮下脂肪厚度 (Triceps subcutaneous fat thickness)	皮下脂肪厚度之和 (Sum of subcutaneous fat thickness)
性别分层(Newborn sex stratification)						
孕早期(The first trimester)						
男(Boy)	521	0.366(-1.341~2.073)	-0.003(-0.009~0.002)	-0.001(-0.007~0.005)	-0.003(-0.009~0.003)	-0.007(-0.024~0.009)
女(Girl)	438	-1.252(-3.603~0.558)	-0.002(-0.009~0.004)	-0.001(-0.008~0.005)	-0.002(-0.009~0.005)	-0.006(-0.024~0.013)
孕中期(The second trimester)						
男(Boy)	521	-0.084(-1.601~1.434)	-0.009(-0.013~-0.004)*	-0.010(-0.015~-0.004)*	-0.010(-0.016~-0.005)*	-0.028(-0.043~-0.014)*
女(Girl)	438	-0.683(-1.731~0.366)	-0.004(-0.009~0.001)	-0.002(-0.008~0.003)	-0.003(-0.008~0.003)	-0.009(-0.024~0.006)

续表 5

孕期(Trimester)	n	体重(Birth weight)	腹部皮下脂肪厚度 (Abdominal subcutaneous fat thickness)	肩胛皮下脂肪厚度 (Scapular subcutaneous fat thickness)	肱三头肌皮下脂肪厚度 (Triceps subcutaneous fat thickness)	皮下脂肪厚度之和 (Sum of subcutaneous fat thickness)
孕前BMI分层(Pre-pregnancy BMI stratification)						
孕早期(The first trimester)						
偏瘦(Underweight)	126	0.011(-4.460~4.481)	-0.008(-0.022~0.006)	-0.005(-0.022~0.011)	-0.007(-0.025~0.010)	-0.020(-0.065~0.024)
正常(Normal)	741	-0.224(-1.575~1.128)	-0.001(-0.006~0.004)	-0.001(-0.005~0.005)	-0.001(-0.006~0.004)	-0.002(-0.016~0.012)
超重和肥胖(Overweight and obese)	92	-2.214(-7.132~2.703)	-0.008(-0.022~0.006)	-0.008(-0.024~0.009)	-0.010(-0.027~0.006)	-0.026(-0.069~0.017)
孕中期(The second trimester)						
偏瘦(Underweight)	126	2.065(-1.780~5.909)	-0.003(-0.015~0.009)	-0.006(-0.020~0.011)	-0.007(-0.023~0.009)	-0.016(-0.054~0.023)
正常(Normal)	741	-0.785(-1.936~0.365)	-0.006(-0.010~-0.001)*	-0.005(-0.009~0)*	-0.005(-0.009~0)*	-0.015(-0.026~-0.003)*
超重和肥胖(Overweight and obese)	92	-0.159(-5.678~2.539)	-0.010(-0.022~0.002)	-0.010(-0.023~0.004)	-0.013(-0.027~0.001)	-0.032(-0.068~0.004)

[注]*: $P<0.05$ 。

[Note]*: $P<0.05$ 。

3 讨论

本研究分析了我国较发达地区的孕妇孕期运动状况与新生儿体重和皮下脂肪厚度的关联,结果发现,孕中期累计运动指数与新生儿皮下脂肪厚度指标呈负相关,且这些关联仅在男婴和母亲孕前 BMI 正常的新生儿中具有统计学意义。

与国外研究对比发现,本研究新生儿的出生体重(3 374.0 g)低于挪威(3 491.0 g)^[15]和法国(3 390.0 g)^[19]等欧洲发达国家的报道,但高于日本东京(3 026.5 g)^[20]。新生儿的腹部、肩胛、肱三头肌皮下脂肪厚度之和可用于估计新生儿的全身脂肪含量,是除出生体重之外评估新生儿营养状态的一个重要的补充指标^[21]。本研究新生儿腹部、肩胛、肱三头肌皮下脂肪厚度之和(15.8 mm)低于挪威(18.2 mm)^[15]的报道。这可能是由于不同国家、地区和种族的生活习惯差异所致。

既往研究发现,孕期运动对新生儿体重和皮下脂肪厚度可能存在一定的影响,但结果并不一致。Chia 等^[22]随访了 1051 名新加坡的健康孕妇,发现孕期运动时间越长,新生儿肱三头肌和肩胛皮下脂肪厚度之和越小($b=-0.15$, 95%CI: $-0.26\sim-0.05$)。在一项西班牙的干预性研究中,140 名孕妇接受每周 4 次、每次 20 min 的游泳干预,未发现干预组新生儿与对照组的体重有统计学的差异^[16],以上研究结果与本研究较一致。但是,Wang 等^[23]开展了一项干预性研究,调查 300 名健康的中国孕妇,发现孕妇孕期接受每周 3 次、每次 30 min 运动干预后,新生儿的出生体重降低。这可能与研究设计、样本量大小等因素有关。

本研究性别分层分析结果显示,累计运动指数与皮下脂肪厚度仅在男婴中有负相关关联。这可能是因为男婴生长过程中会分泌雄性激素刺激机体生长,而且男婴的骨密度、内脏脂肪等相对于女婴较高,男婴发育所需的能量更多^[24-25]。本研究推测孕期运动可能增加了孕妇营养消耗,使男婴生长发育获得能量减少,导致皮下脂肪厚度相应减少。以上结果提示孕期运动对新生儿体格发育的影响可能存在性别差异。

孕前 BMI 分层分析结果显示,在孕中期,累计运动指数与新生儿皮下脂肪厚度的负相关关系在母亲孕前 BMI 正常的新生儿中有统计学意义。既往研究结果也有类似发现,如 Day 等^[26]分析了 102 名英国孕妇,发现孕妇的丙氨酸转移酶活性与新生儿皮下脂肪厚度呈负相关,孕妇孕前 BMI 越高,转移酶转运能力越弱;且孕期运动能促进转移酶转运能力。本研究推测孕期运动可能增加了 BMI 正常和超重肥胖孕妇体内转移酶活性,从而导致新生儿皮下脂肪厚度减少。研究中运动对新生儿皮下脂肪厚度的影响仅在母亲孕前 BMI 正常的新生儿中有统计学意义,没有发现肥胖和超重孕妇的新生儿有统计学意义。可能是因为肥胖和超重孕妇所占比例较少(9.6%),待进一步扩大样本量深入研究。

目前我国的相关研究较为缺乏^[2],本研究基于上海优生儿童队列,在我国较发达地区分析孕妇孕期运动状况与新生儿体重和皮下脂肪厚度的关联具有重要意义。本研究的优点:①研究依托于前瞻性的出生队列,便于进一步研究孕期运动对儿童远期的生长发

育影响; ②运动状况调查采用国际公认的 IPAQ 问卷并由受过专业培训的人员进行收集, 一定程度上控制了回忆和信息偏倚。但本研究尚存在以下局限性: ①孕前 BMI 分层, 偏瘦(13.1%)、超重和肥胖(9.6%)的孕妇较少, 一定程度影响了统计效能; ②由于信息缺失, 其他的一些混杂因素(如孕期饮食、环境暴露等)未得到控制, 可能存在混杂偏倚; ③对于运动状况的评估, 本研究只收集了孕早期和孕中期, 缺乏孕晚期的运动状况, 且没有研究运动的强度和类型; 后期需要更多研究全面调查整个孕期的运动状况, 并评估不同运动和类型对新生儿体格发育的影响。

综上所述, 基于上海优生儿童队列, 本研究发现随着孕妇孕中期运动增加, 新生儿的皮下脂肪厚度呈下降趋势; 且可能存在新生儿性别和孕妇孕前不同 BMI 之间的差异, 本研究结果可为我国孕妇运动指南提供一定的参考。

参考文献

- [1] CASSILHAS RC, TUFIK S, DE MELLO MT. Physical exercise, neuroplasticity, spatial learning and memory[J]. *Cell Mol Life Sci*, 2016, 73(5): 975-983.
- [2] 中国妇幼保健协会妊娠合并糖尿病专业委员会, 中华医学会妇产科学分会产科学组. 妊娠期运动专家共识(草案)[J]. *中华围产医学杂志*, 2021, 24(9): 641-645.
Professional Committee of Gestational Diabetes Mellitus, Chinese Maternal and Child Health Association, Obstetrics Group, Chinese Society of Obstetrics and Gynecology, Chinese Medical Association. Expert consensus on exercise during pregnancy (draft)[J]. *Chin J Perinat Med*, 2021, 24(9): 641-645.
- [3] Committee on Practice Bulletins-Obstetrics, American College of Obstetricians and Gynecologists. Dystocia and augmentation of labor[J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2004, 85(3): 315-324.
- [4] SEGAR ML, MARQUES MM, PALMEIRA AL, et al. Everything counts in sending the right message: science-based messaging implications from the 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour[J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2020, 17(1): 135.
- [5] BREI C, STECHER L, MEYER DM, et al. Impact of dietary macronutrient intake during early and late gestation on offspring body composition at birth, 1, 3, and 5 years of age[J]. *Nutrients*, 2018, 10(5): 579.
- [6] DU MC, OUYANG YQ, NIE XF, et al. Effects of physical exercise during pregnancy on maternal and infant outcomes in overweight and obese pregnant women: a meta-analysis[J]. *Birth*, 2019, 46(2): 211-221.
- [7] VARGAS-TERRONES M, NAGPAL TS, BARAKAT R. Impact of exercise during pregnancy on gestational weight gain and birth weight: an overview[J]. *Braz J Phys Ther*, 2019, 23(2): 164-169.
- [8] LIU N, GOU WH, WANG J, et al. Effects of exercise on pregnant women's quality of life: a systematic review[J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2019, 242: 170-177.
- [9] LINDBERGER E, WIKSTRÖM AK, BERGMAN E, et al. Associations of ultrasound estimated early mid pregnancy visceral and subcutaneous fat depths and early pregnancy BMI with adverse neonatal outcomes[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 4612.
- [10] ZHANG J, TIAN Y, WANG W, et al. Cohort profile: the Shanghai Birth Cohort[J]. *Int J Epidemiol*, 2019, 48(1): 21-21g.
- [11] YAN H, HU X, WU D, et al. Exploring the green development path of the Yangtze River Economic Belt using the entropy weight method and fuzzy-set qualitative comparative analysis[J]. *PLoS One*, 2021, 16(12): e0260985.
- [12] WANG H, DU B, WU Y, et al. Sex-disparity in the association between birthweight and cardiovascular parameters in 4-year-old children: a Chinese cohort study[J]. *Front Nutr*, 2021, 8: 756512.
- [13] LIN Q, JIANG Y, WANG G, et al. Combined effects of weight change trajectories and eating behaviors on childhood adiposity status: a birth cohort study[J]. *Appetite*, 2021, 162: 105174.
- [14] BOOTH RA D, GODDARD BA, PATON A. Measurement of fat thickness in man: a comparison of ultrasound, Harpenden calipers and electrical conductivity[J]. *Br J Nutr*, 1966, 20(4): 719-725.
- [15] SOMMER C, SLETNER L, MØRKRID K, et al. Effects of early pregnancy BMI, mid-gestational weight gain, glucose and lipid levels in pregnancy on offspring's birth weight and subcutaneous fat: a population-based cohort study[J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2015, 15: 84.
- [16] RODRÍGUEZ-BLANQUE R, SÁNCHEZ-GARCÍA JC, SÁNCHEZ-LÓPEZ AM, et al. Influence of physical exercise during pregnancy on newborn weight: a randomized clinical trial[J]. *Nutr Hosp*, 2017, 34(4): 834-840.
- [17] JHARAP VV, SANTOS S, STEEGERS EA P, et al. Associations of maternal obesity and excessive weight gain during pregnancy with subcutaneous fat mass in infancy[J]. *Early Hum Dev*, 2017, 108: 23-28.
- [18] KHALIFA E, EL-SATEH, ZEENELDIN M, et al. Effect of maternal BMI on labor outcomes in primigravida pregnant women[J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2021, 21(1): 753.
- [19] GIUDICELLI M, HASSLER M, BLANC J, et al. Influence of intrapartum maternal fluids on weight loss in breastfed newborns[J]. *Matern Fetal Neonatal Med*, 2022, 35(4): 692-698.
- [20] MATSUKI T, EBARA T, TAMADA H, et al. Association between prenatal exposure to household pesticides and neonatal weight and length growth in the Japan environment and children's study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(12): 4608.
- [21] WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age[J]. *Acta Paediatr Suppl*, 2006, 450: 76-85.
- [22] CHIA AR, TINT MT, HAN CY, et al. Adherence to a healthy eating index for pregnant women is associated with lower neonatal adiposity in a multi-ethnic Asian cohort: the Growing Up in Singapore Towards healthy Outcomes (GUSTO) study[J]. *Am J Clin Nutr*, 2018, 107(1): 71-79.
- [23] WANG C, WEI Y, ZHANG X, et al. A randomized clinical trial of exercise during pregnancy to prevent gestational diabetes mellitus and improve pregnancy outcome in overweight and obese pregnant women[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2017, 216(4): 340-351.
- [24] RODRÍGUEZ G, SAMPER MP, VENTURA P, et al. Gender differences in newborn subcutaneous fat distribution[J]. *Eur J Pediatr*, 2004, 163(8): 457-461.
- [25] GUIHARD-COSTA AM, PAPIERNIK E, GRANGÉ G, et al. Gender differences in neonatal subcutaneous fat store in late gestation in relation to maternal weight gain[J]. *Ann Hum Biol*, 2002, 29(1): 26-36.
- [26] DAY PE, NTANI G, CROZIER SR, et al. Maternal factors are associated with the expression of placental genes involved in amino acid metabolism and transport[J]. *PLoS One*, 2015, 10(12): e0143653.

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 汪源)