· 专题报道——健康体重管理行动 ·

应用国际肥胖新定义分析孕早期 BMI、体脂率与巨大儿的关联：一项出生队列研究

张钰格[1]，王璐[2,3]，王兰玲[3,4]，吕瑾莨[2,3]，孙占波[3,4]，计岳龙[2,3]，罗树生[2,3]，刘珏[3,5]，刘国杰[3,4]，王海俊[2,3]

1. 山东第二医科大学公共卫生学院，潍坊 261053；
2. 北京大学公共卫生学院妇幼卫生学系，北京 100191；
3. 北京大学医学部—潍坊市妇幼健康联合研究中心，北京 100191；
4. 潍坊市妇幼保健院，潍坊 261021；
5. 北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系，北京 100191

通信作者：王海俊，E-mail：whjun@pku.edu.cn；刘国杰，E-mail：liuguojiewf@163.com

【摘　要】目的 本研究旨在应用国际肥胖新定义分析孕早期体质指数（BMI）、体脂率及综合指标与巨大儿的关联。**方法** 研究对象来自北京大学–潍坊出生队列。于 2024 年 3 月—2025 年 2 月招募孕早期（孕 6 周～孕 13 周+6 d）在潍坊市妇幼保健院建档和体检并于 2025 年 8 月 1 日前在该院分娩的 650 名孕妇，孕早期询问收集其基本人口学信息，现场测量身高、体重并计算 BMI，采用生物电阻抗分析法检测体脂率，在分娩期获取分娩孕周、胎儿性别和出生体重等信息，采用 BMI、体脂率、国际肥胖新定义 3 种方式判定母亲孕早期肥胖，并运用多因素 logistic 回归及趋势检验分析孕早期肥胖与巨大儿的关联。**结果** 在 650 名孕妇中，26.31% 为 BMI 超重，14.00% 为 BMI 肥胖，66.46% 为体脂过多。巨大儿发生率为 8.62%。相较于 BMI 正常的孕妇，超重孕妇与巨大儿的关联无统计学意义（*P*=0.079），肥胖孕妇分娩巨大儿风险增加 4.155 倍（*OR*=5.155，95%*CI*=2.451～10.843）。相较于体脂正常孕妇，体脂过多的孕妇分娩巨大儿的风险增加 1.546 倍（*OR*=2.546，95%*CI*=1.243～5.215）。相较于 BMI 和体脂率均正常的孕妇，BMI 超重合并体脂过多的孕妇和 BMI 肥胖合并体脂过多的孕妇分娩巨大儿的风险分别增加 1.318 倍（*OR*=2.318，95%*CI*=1.006～5.338）和 5.437 倍（*OR*=6.437，95%*CI*=2.670～15.516），随着孕早期综合 BMI 和体脂率 2 项指标分级的升高，巨大儿发生风险升高的趋势性检验有统计学意义（均 *P*<0.05）。**结论** 应用国际肥胖新定义综合 BMI 和体脂率 2 项指标发现孕早期肥胖与巨大儿的关联强度随综合指标分级的升高而增加，为孕早期 BMI 正常合并体脂过多和 BMI 超重合并体脂过多的孕妇巨大儿发生的早期预防提供科学依据。

【关键词】 体质指数；体脂率；巨大儿；队列；关联；孕早期

Associations of early-pregnancy BMI and body fat percentage with macrosomia under the updated international obesity definition: a birth cohort study

ZHANG Yuge[1], WANG Lu[2,3], WANG Lanling[3,4], LYU Jinlang[2,3], SUN Zhanbo[3,4], JI Yuelong[2,3], LUO Shusheng[2,3], LIU Jue[3,5], LIU Guojie[3,4], WANG Haijun[2,3] (*1. School of Public Health*, *Shandong Second Medical University*, *Weifang* 261053, *China*; *2. Department of Maternal and Child Health*, *School of Public Health*, *Peking University*, *Beijing* 100191, *China*; *3. Peking University Health Science Center-Weifang Joint Research Center for Maternal and Child Health*, *Beijing* 100191, *China*; *4. Weifang Maternal and Child Health Hospital*, *Weifang* 261021, *China*; *5. Department of Epidemiology and Biostatistics*, *School of Public Health*, *Peking University*, *Beijing* 100191, *China*)

Corresponding authors: WANG Haijun, E-mail: whjun@pku.edu.cn; LIU Guojie, E-mail: liuguojiewf@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the associations of early-pregnancy body mass index (BMI), body fat percentage, and comprehensive indexes with the risk of macrosomia under the updated international obesity definition. **Methods** The study was part of the Peking University-Weifang Birth Cohort. Between March 2024 and February 2025, 650 pregnant women who had registered, undergone physical examinations during early pregnancy (6 weeks to 13 weeks and 6 days of gestation), and subsequently delivered before August 1, 2025 at Weifang Maternal and Child Health Hospital were recruited. Researchers collected basic demographic information and calculated BMI based on on-site measurements of body height and body weight during early pregnancy. Body fat percentage was assessed via bioelectrical impedance

开放获取：CC BY-NC-ND 4.0　DOI：10.11847/zgggws1148746
基金项目：国家自然科学基金（82473640）；北京大学医学部–潍坊市妇幼健康联合研究中心科研基金
第一作者：张钰格（2002—），硕士在读，研究方向：儿少卫生与妇幼保健学。
收稿日期：2025-08-26　修回日期：2025-12-13　录用日期：2026-03-07
利益冲突：不存在　伦理审查：已获取　出版授权：全体作者已与编辑部签署作者贡献声明及版权转让协议

analysis (BIA) and delivery data, including gestational age, fetal sex, and birth weight, were obtained during childbirth. The obesity of mothers in early pregnancy was determined by three methods: BMI, body fat percentage, and new international definition of obesity, and the association between obesity in early pregnancy and macrosomia was analyzed by multivariate logistic regression and trend test. **Results** Among the 650 participants, 26.31% were overweight and 14.00% were obese according to BMI criteria, and 66.46% had excessive body fat. The incidence of macrosomia was 8.62%. Compared with normal BMI, overweight did not have a significant association with macrosomia (P = 0.079), whereas obese pregnant women had a 4.155-fold increased risk of delivering macrosomic infants (OR = 5.155, 95%CI: 2.451–10.843). Compared with women with normal body fat percentage, those with excessive body fat had a 1.546-fold increased risk of delivering macrosomic infants (OR = 2.546, 95%CI: 1.243–5.215). Compared with the pregnant women with both normal BMI and normal body fat, those with BMI indicating overweight combined with excessive body fat had a 1.318-fold increased risk (OR = 2.318, 95%CI: 1.006–5.338), and those with BMI indicating obesity combined with excessive body fat had a 5.437-fold increased risk (OR = 6.437, 95%CI: 2.670–15.516). An increasing trend in the risk of macrosomia with increases in early-pregnancy BMI and body fat percentage was identified (P < 0.05). **Conclusions** According to the new international definition of obesity that combines BMI and body fat percentage, our analysis shows a strong association between obesity in early pregnancy and macrosomia. This finding supports early prevention strategies targeting pregnant women with BMI indicating normal weight or overweight and excessive body fat.
【**Keywords**】 body mass index; body fat percentage; macrosomia; cohort; association; early pregnancy

近年来随着国家生育政策的变化，高龄肥胖孕妇比例有所增加，进而导致我国巨大儿（出生体重≥4 000 g）发生率呈上升趋势[1–2]。巨大儿会增加母亲产程延长或停滞、产后出血、子宫破裂等并发症的发生风险；对巨大儿自身而言，肩难产、臂丛神经损伤以及锁骨骨折的风险会有所增加，还易出现新生儿窒息、胎粪吸入综合征和胎儿死亡，并且巨大儿在生命后期患肥胖、糖尿病等疾病的风险也较高[3–4]。已有研究证实，母亲超重或肥胖是巨大儿发生的危险因素[5–6]。《中国居民营养与慢性病状况报告（2020 年）》指出，我国 18～44 岁育龄女性超重率已达 27.1%，肥胖率为 12.7%[7]。目前多数产科医生和研究者使用体质指数（body mass index, BMI）单一指标判断母亲肥胖情况[8]，较少研究分析孕早期体脂率与巨大儿的关联[9]。2025 年初《柳叶刀–糖尿病与内分泌学》发布关于国际肥胖新定义的报告，指出单一的 BMI 指标在衡量个人健康状况和诊断肥胖方面存在局限性，建议用 BMI 结合体脂率或腰围等体脂测量指标，更准确地评估肥胖相关健康风险[10]。该报告由 58 名国际顶尖专家共同制定审议，且提出的肥胖新定义获全球 76 个医学组织支持。目前在我国人群中综合应用 BMI 与体脂率 2 项指标分析孕早期肥胖与巨大儿发生风险的相关研究报道较少，本研究基于北京大学–潍坊出生队列于 2024 年 3 月—2025 年 2 月招募的 650 名孕早期孕妇为研究对象，比较单纯使用 BMI、体脂率与综合使用二者判定孕早期肥胖与巨大儿发生风险的关联，为孕早期开始预防巨大儿发生提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 *对象* 研究对象来自北京大学–潍坊出生队列（PKUBC-WF，队列注册号：NCT06234332）。该队列建立目的是研究孕前及孕期不良因素对孕产妇及其子代健康影响的前瞻性队列，为了便于孕妇及其家庭理解，该队列在招募时又称“北大–潍坊孕产妇及子代队列”。从 2024 年 3 月该队列开始招募孕妇，纳入标准为：（1）孕早期（孕 6 周～孕 13 周+6 d）；（2）在潍坊市妇幼保健院建档并常规产检，计划在该院分娩；（3）在山东省潍坊市居住>6 个月。2024 年 3 月—2025 年 2 月本研究在潍坊市妇幼保健院招募了 1 206 名孕妇，并从中选择在 2025 年 8 月 1 日前分娩的孕妇。排除标准：（1）孕前患有以下疾病之一，高血压、过敏性疾病、结核病、糖尿病、哮喘、乙型肝炎；（2）孕早期体脂率和孕期增重信息缺失；（3）孕早期 BMI 为消瘦（<18.5 kg/m^2）或体脂过低（<21%）；（4）双胎妊娠。最终共纳入 650 名孕妇（见图 1）。本研究经过北京大学生物医学伦理委员会批准（IRB00001052–23172），所有参与研究的孕妇均签署知情同意书。

1.2 *方法* 孕妇孕早期于潍坊市妇幼保健院建档时被招募，在招募当日通过现场问卷调查收集孕妇的社会人口学信息（出生日期、受教育程度、职业、孕周等），问卷内容在参考相关文献[11－12]的基础上自行编制。问卷调查由经过专业培训且考核合格的护士完成，采用与孕妇一对一面访调查方式，并指导孕妇在平板上完成问卷填写，检查无漏填或可疑数据后上传至云系统，由质控人员每日检查问卷填写质量。研究对象完成孕早期问卷调查后，由培训合格的护士在当日对其进行身高、体重和体成分测定。用智能互联身高体重测量仪（郑州上禾电子科技有限公司，SH–300G）测量孕妇的身高（精确到 0.1 cm）、体重（精确到 0.1 kg），依据身高和体重计算 BMI，BMI＝体重（kg）/[身高（m）]^2。基于生物电阻抗分析法（bioelectrical impedance

analysis, BIA)，使用人体成分分析仪 [百利达(上海)商贸有限公司，TANITA MC-780MA] 进行体脂率测定。该体成分仪器测定的体脂率以双能 X 射线吸收法技术测量得出的数据为基础，2 种方法测定体脂率的结果具有良好的相关性且偏差较低[13]。通过医院病历信息系统获取孕妇产检情况、分娩信息和新生儿各项结局指标，依据孕 24 周～孕 28 周的口服葡萄糖耐量试验(oral glucose tolerance test, OGTT)判断妊娠期糖尿病患病情况。

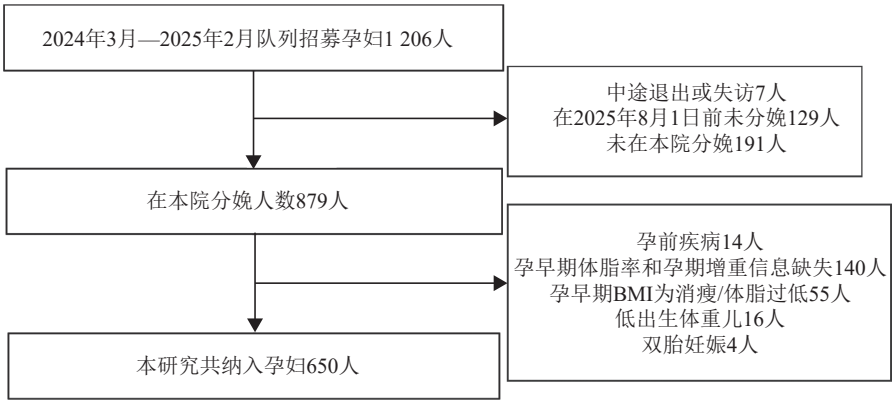


图 1　研究对象纳入和排除流程图
Fig. 1　Flow chart of participant inclusion

1.3　相关标准

1.3.1　孕早期 BMI 和体脂率分类标准　依据《成人体重判定：WS/T 428—2013》[14] 标准，将孕早期 BMI 划分为体重正常(18.5 kg/m^2≤BMI<24.0 kg/m^2)、超重(24.0 kg/m^2≤BMI<28.0 kg/m^2)和肥胖(BMI≥28.0 kg/m^2)。依据体成分仪器判定标准和相关文献，将体脂率 21% 确定为体脂正常的参考下限[15]，将体脂率 21%～30% 判定为体脂正常。依据国家卫生健康委发布的《肥胖症中国诊疗指南(2024 年版)》[16]，将体脂率超过 30% 判定为体脂过多。

1.3.2　国际肥胖新定义　2025 年初《柳叶刀–糖尿病与内分泌学》发布关于国际肥胖新定义的报告，指出肥胖由体脂过多来定义，无论是否伴有脂肪组织分布或功能异常。该报告中的肥胖诊断标准如下：BMI>40 kg/m^2 可视为直接判定体脂过多的指标；对于 BMI≤40 kg/m^2 的人群，需结合体脂率或腰围等体脂测量指标进行评估[10]。本研究依据国际肥胖新定义采用 BMI 和体脂率综合判断肥胖，首先对研究对象进行孕早期 BMI 筛查，因本研究中无孕早期 BMI>40 kg/m^2 的孕妇，故统一采用仪器测定的体脂率，并依据相应标准(见 1.3.1)判定是否存在体脂过多。由于本研究对象无 BMI 超重–体脂正常和 BMI 肥胖–体脂正常 2 组孕妇，所以将孕妇分为 4 组：BMI 正常–体脂正常、BMI 正常–体脂过多、BMI 超重–体脂过多、BMI 肥胖–体脂过多。依据国际肥胖新定义，除 BMI 正常–体脂正常组外，其余 3 组均被判定为肥胖。

1.3.3　新生儿出生体重分类　在排除低出生体重儿后，根据新生儿出生体重将其分为正常出生体重(出生体重≥2 500 g 且<4 000 g)和巨大儿(出生体重≥4 000 g)[17]。

1.3.4　妊娠期糖尿病的诊断标准　根据《妊娠期高血糖诊治指南(2022)》，妊娠期糖尿病的诊断基于孕 24 周～孕 28 周进行的 75 g 口服葡萄糖耐量试验。其诊断标准为：空腹血糖、服糖后 1 h 及 2 h 血糖阈值依次为 5.1、10.0、8.5 mmol/L，上述任一时间点的血糖值达到或超过阈值即诊断为妊娠期糖尿病[18]。

1.4　统计分析　采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。定量资料用$\bar{x}\pm s$表示，定性资料用频数和百分比表示。采用 χ^2 检验对孕早期 BMI、体脂率及综合指标与巨大儿的关联进行单因素分析。采用多因素 logistic 回归模型(输入法纳入变量)及趋势检验，分析孕早期 BMI、体脂率及综合指标与巨大儿风险的关联，根据参考文献调整的协变量包括孕妇年龄、职业、受教育程度、孕期增重、是否患有妊娠期糖尿病、分娩孕周、胎儿性别[19–20]，因孕早期招募时间范围相对宽泛，所以将招募时孕周也作为协变量进行校正，分析结果以校正后的比值比(odds ratio, *OR*)及 95% 置信区间(confidence interval, *CI*)表示。所有检验为双侧检验，P<0.05 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　研究对象基本情况　本研究纳入的 650 名孕妇年龄为 20～43 岁，平均年龄为(29.53±4.20)岁。受教育程度高中及以下 102 人(15.69%)，大专或大学 489 人(75.23%)，硕士及以上 59 人(9.08%)。在职业方面，从事专业技术工作 164 人(25.23%)，

从事行政与管理工作 228 人(35.08%)，从事服务行业工作 36 人(5.54%)，从事生产与劳务工作 29 人(4.46%)，从事其他行业工作 193 人(29.69%)。孕期患有妊娠期糖尿病 172 例(26.46%)，未患妊娠期糖尿病 478 人(73.54%)。孕妇平均孕期增重为(10.41±3.79) kg，平均分娩孕周为(39.23±1.11)周。孕早期依据 BMI 筛查标准判定体重正常 388 人(59.69%)，超重 171 人(26.31%)，肥胖 91 人(14.00%)。依据体脂率标准判定，体脂正常 218 人(33.54%)，体脂过多 432 人(66.46%)。依据综合指标情况，BMI 正常–体脂正常 218 人(33.54%)，BMI 正常–体脂过多 170 人(26.15%)，BMI 超重–体脂过多 171 人(26.31%)，BMI 肥胖–体脂过多 91 人(14.00%)。分娩新生儿中，正常体重儿 594 人(91.38%)，巨大儿 56 人(8.62%)；男婴 337 人(51.85%)，女婴 313 人(48.15%)；平均出生体重为(3 384.09±400.80)g。

2.2 孕早期孕妇 BMI、体脂率及综合指标与巨大儿的单因素分析(表 1) 趋势检验结果表明，随着 BMI 数值的升高，巨大儿发生风险随之升高(χ^2=17.216，趋势检验 P<0.001)；随着综合指标分级的递增(从 BMI 正常–体脂正常、BMI 正常–体脂过多、BMI 超重–体脂过多到 BMI 肥胖–体脂过多)，分娩巨大儿的风险也随之增加(χ^2=16.134，趋势检验 P<0.001)。以 BMI 作为判断标准，相比孕早期 BMI 正常组，BMI 超重/肥胖孕妇分娩巨大儿的发生率均相对较高。以体脂率作为判断标准，相比体脂正常组，孕早期体脂过多组巨大儿的发生率较高。综合 2 项指标，与 BMI 正常–体脂正常组相比，其余 3 组巨大儿的发生率均较高(均 P<0.05)。

表 1 孕早期孕妇 BMI、体脂率及综合指标与巨大儿的单因素分析

Table 1 Univariate analysis of maternal BMI, body fat percentage, and comprehensive indexes in early pregnancy with macrosomia

变量	总人数(n=650)	新生儿正常体重(n=594)		巨大儿(n=56)		χ^2值	P值
		人数	占比/%	人数	占比/%		
孕早期BMI						18.802	<0.001
正常	388	366	94.33	22	5.67		
超重	171	155	90.64	16	9.36		
肥胖	91	73	80.22	18	19.78		
孕早期体脂率						6.760	0.009
正常	218	208	95.41	10	4.59		
过多	432	386	89.35	46	10.65		
综合指标						19.543	<0.001
BMI正常–体脂正常	218	208	95.41	10	4.59		
BMI正常–体脂过多	170	158	92.94	12	7.06		
BMI超重–体脂过多	171	155	90.64	16	9.36		
BMI肥胖–体脂过多	91	73	80.22	18	19.78		

2.3 孕早期孕妇 BMI、体脂率及综合指标与巨大儿的多因素分析(表 2) 以出生体重分类为因变量(0=正常体重儿，1=巨大儿)，将孕早期 BMI、体脂率及综合指标分别作为自变量进行多因素 logistic 回归(输入法纳入变量)，并均校正孕妇年龄、职业、受教育程度、是否患有妊娠期糖尿病、孕期增重、分娩孕周、胎儿性别、招募时孕周。结果显示，与 BMI 正常的孕妇相比，超重孕妇与巨大儿的关联无统计学意义(P=0.079)，肥胖孕妇分娩巨大儿风险增加4.155 倍(OR=5.155，95%CI=2.451～10.843)。与体脂正常的孕妇相比，体脂过多的孕妇分娩巨大儿的风险增加 1.546 倍(OR=2.546，95%CI=1.243～5.215)。综合 BMI 和体脂率 2 项指标分析发现，与 BMI 和体脂都正常的孕妇相比，BMI 正常合并体脂过多的孕妇与巨大儿的关联无统计学意义(P=0.309)，BMI 超重合并体脂过多的孕妇和 BMI 肥胖合并体脂过多的孕妇分娩巨大儿的风险分别增加 1.318 倍(OR=2.318，95%CI=1.006～5.338)和 5.437 倍(OR=6.437，95%CI=2.670～15.516)。相较于 BMI 超重–体脂过多的孕妇，BMI 肥胖–体脂过多的孕妇分娩巨大儿的风险增加 1.727 倍(OR=2.727，95%CI=1.230～6.046)。相较于 BMI 正常–体脂过多的孕妇，BMI 超重–体脂过多的孕妇与巨大儿的关联无统计学意义(P=0.393)，BMI 肥胖–体脂过多的孕妇分娩巨大儿的风险增加 2.337 倍(OR=3.337，95%CI=1.375～8.099)。

表 2 孕早期孕妇 BMI、体脂率及综合指标与巨大儿的多因素分析
Table 2 Multivariate analysis of maternal BMI, body fat percentage, and comprehensive indexes in early pregnancy with macrosomia

影响因素	比较组	参照组	β	$S_{\bar{x}}$	Wald χ^2值	P值	OR值	95%CI
BMI	超重	正常	0.619	0.352	3.095	0.079	1.857	0.932～3.701
	肥胖	正常	1.640	0.379	18.686	<0.001	5.155	2.451～10.843
	肥胖	超重	1.003	0.406	6.094	0.014	2.727	1.230～6.046
体脂率	过多	正常	0.934	0.366	6.524	0.011	2.546	1.243～5.215
综合指标	BMI正常–体脂过多	BMI正常–体脂正常	0.454	0.446	1.035	0.309	1.575	0.657～3.775
	BMI超重–体脂过多	BMI正常–体脂正常	0.841	0.426	3.898	0.048	2.318	1.006～5.338
	BMI肥胖–体脂过多	BMI正常–体脂正常	1.862	0.449	17.203	<0.001	6.437	2.670～15.516
	BMI超重–体脂过多	BMI正常–体脂过多	0.351	0.411	0.729	0.393	1.421	0.635～3.180
	BMI肥胖–体脂过多	BMI正常–体脂过多	1.205	0.452	7.099	0.008	3.337	1.375～8.099
	BMI肥胖–体脂过多	BMI超重–体脂过多	1.003	0.406	6.094	0.014	2.727	1.230～6.046

注：均校正孕妇年龄、职业、受教育程度、是否患有妊娠期糖尿病、孕期增重、分娩孕周、胎儿性别、招募时孕周。

3 讨　论

本研究发现，根据孕妇孕早期 BMI 筛查标准判定为肥胖、根据体脂率标准判定为体脂过多以及综合 BMI 和体脂率 2 项指标中的 BMI 超重–体脂过多和 BMI 肥胖–体脂过多均与巨大儿发生风险增加相关。既往研究表明，孕早期 BMI 为超重、肥胖都会增加分娩巨大儿的风险[21]。本研究虽然仅发现孕早期 BMI 为肥胖会增加分娩巨大儿的风险，但趋势检验结果表明，随着 BMI 数值的升高，巨大儿发生风险随之上升。一项回顾性队列研究发现孕早期体脂率≥30% 的孕妇分娩巨大儿的风险较体脂率<30% 的孕妇明显上升[22]。本研究结果表明，与体脂正常的孕妇相比，体脂过多的孕妇分娩巨大儿的风险有所上升，与上述研究结果一致。

目前基于队列研究综合应用体质指数与体脂率双指标探讨孕早期肥胖与巨大儿发生风险关联的相关研究报道较少。鉴于此，本研究应用国际肥胖新定义，采用孕妇孕早期 BMI 和体脂率 2 项指标分析肥胖与巨大儿的关联强度。研究发现，2 项指标中的 BMI 超重–体脂过多、BMI 肥胖–体脂过多均与巨大儿发生风险增加相关。本研究发现 BMI 正常–体脂过多与巨大儿的发生风险无统计学意义，原因可能是效应值较低，需要较大的样本量。然而，趋势检验结果显示，随着综合指标分级的递增（从 BMI 正常–体脂正常、BMI 正常–体脂过多、BMI 超重–体脂过多到 BMI 肥胖–体脂过多），分娩巨大儿的风险也随之增加，这表明即使孕妇在孕早期根据 BMI 筛查标准未被判定为肥胖，若体成分检测结果为体脂过多，仍可能存在分娩巨大儿的风险。因此，在临床实践中应加强对孕早期 BMI 处于正常或超重范围但体脂过多的孕妇的识别与管理。

传统基于 BMI 的肥胖诊断标准对肥胖的评估不准，仅采用 BMI 诊断肥胖会低估老年人、骨质或肌肉缺失者以及亚洲人群的脂肪量，同时对于肌肉质量较多的人群，BMI 会过度诊断为肥胖[10]。体脂率可准确反映身体脂肪分布以及代谢健康情况。体脂过多时，脂肪细胞储存能力达到上限，会导致异位脂质沉积[23]。异位脂质沉积可诱发胰岛素抵抗[24]，继而促进脂肪合成并抑制脂解，从而加重肥胖程度[25]。孕妇孕早期高体脂率会导致分娩巨大儿的风险升高[22]。这些研究证据均支持本研究结果，应该关注孕早期 BMI 处于正常或超重范围但体脂过多的孕妇。

既往研究仅使用单一的 BMI 判断孕早期肥胖，本研究应用国际肥胖新定义将孕早期 BMI 与体脂率相结合用于判定肥胖，并分析其与巨大儿的关联强度，有效克服了单一 BMI 指标在判定孕妇肥胖时所存在的局限性。作为一项前瞻性队列研究，本研究基于现有文献，对相关协变量进行了系统且较为全面的统计校正，增强了结果的可靠性。本研究也存在不足，研究对象仅局限于潍坊市人群，结果的普适性有待进一步验证；BMI 肥胖–体脂过多组统计效力已超过 90%，但部分亚组（如 BMI 正常–体脂过多组）统计效力较低，可能与样本量较少有关。

综上，本研究应用国际肥胖新定义，基于前瞻性队列数据分析孕早期肥胖与巨大儿发生风险的关联。结果显示，孕早期肥胖与巨大儿的关联强度随综合指标分级的升高而增加。与 BMI 和体脂率都正常的孕妇相比，BMI 超重合并体脂过多的孕妇和 BMI 肥胖合并体脂过多的孕妇分娩巨大儿的风险均增加。建议在孕早期产检测量体重的同时进行体成分检测，早期预防巨大儿的发生。

数据可用性声明　本研究的数据来源于对人类受试者的研究，涉及个人敏感信息。在进行研究

之前，研究团队已按照国际伦理准则和国家相关法律法规的要求，向北京大学生物医学伦理委员会提交了详细的研究方案并获批准。由于数据的敏感性以及保护参与者隐私的需要，无法公开提供原始数据。

参考文献

[1] 徐金金, 孔祥, 曹佳晨, 等. 二胎政策实行以来巨大儿发生率及其临床预后的回顾性研究 [J]. 国际医药卫生导报, 2020, 26(6): 883-885.

[2] 杨阳, 程丽, 王园园, 等. 三孩产妇分娩巨大儿的危险因素及预防策略分析 [J]. 中国妇幼保健, 2025, 40(10): 1843-1847.

[3] 张宝方, 殷美晶, 范启睿, 等. 巨大儿与成年前肥胖和糖尿病的关系研究 [J]. 医学信息, 2025, 38(5): 104-107.

[4] Giouleka S, Tsakiridis I, Ralli E, et al. Diagnosis and management of macrosomia and shoulder dystocia: a comprehensive review of major guidelines[J]. Obstetrical and Gynecological Survey, 2024, 79(4): 233-241.

[5] 陈爱武, 林丽亚, 单晓雪, 等. 孕妇孕前和孕期体质量及有关因素与分娩巨大儿的相关性 [J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(12): 2838-2841.

[6] 彭安娜, 张斌, 李娜, 等. 孕前超重/肥胖与婴儿不良出生结局关系前瞻性队列研究 [J]. 中国公共卫生, 2019, 35(2): 162-166.

[7] 国家卫生健康委. 中国居民营养与慢性病状况报告 (2020 年)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2021: 124.

[8] 王蕾琴, 冷俊宏, 李卫芹, 等. 孕早期超重肥胖和孕期血糖水平升高对巨大儿和大于胎龄儿发生风险的交互作用 [J]. 中国公共卫生, 2019, 35(9): 1131-1137.

[9] 尚进, 仇梦真, 温庆丽, 等. 孕早期体脂率对高龄产妇妊娠合并症及妊娠结局的影响 [J]. 山东医药, 2023, 63(22): 72-75.

[10] Rubino F, Cummings D E, Eckel R H, et al. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity[J]. The Lancet Diabetes and Endocrinology, 2025, 13(3): 221-262.

[11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 学历代码: GB/T 4658—2006[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.

[12] 国家职业分类大典修订工作委员会. 中华人民共和国职业分类大典 (2022 年版)[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2022: 1-563.

[13] Ballesteros-Pomar M D, González-Arnáiz E, Pintor-de-la Maza B, et al. Bioelectrical impedance analysis as an alternative to dual-energy x-ray absorptiometry in the assessment of fat mass and appendicular lean mass in patients with obesity[J]. Nutrition, 2022, 93: 111442.

[14] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 成人体重判定: WS/T 428—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.

[15] Mohajan D, Mohajan H K. A study on body fat percentage for physical fitness and prevention of obesity: a two compartment model[J]. Journal of Innovations in Medical Research, 2023, 2(4): 1-10.

[16] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政司. 肥胖症中国诊疗指南 (2024 年版)[J]. 协和医学杂志, 2025, 16(1): 90-108.

[17] 乐杰. 妇产科学 [M]. 7 版. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 123.

[18] 中华医学会妇产科学分会产科学组, 中华医学会围产医学分会, 中国妇幼保健协会妊娠合并糖尿病专业委员会. 妊娠期高血糖诊治指南 (2022)[第一部分][J]. 中华妇产科杂志, 2022, 57(1): 3-12.

[19] 王雅文, 冯雅慧, 吴散散, 等. 孕前体质指数及孕期增重对新生儿出生体重影响的前瞻性队列研究 [J]. 中华疾病控制杂志, 2020, 24(3): 314-318, 364.

[20] 梁嬛, 张为远, 李笑天. 基于巨大儿发生率的中国孕妇孕期体质量增加的参考范围——多中心横断面研究 [J]. 中华妇产科杂志, 2017, 52(3): 147-152.

[21] 吴伟霞, 陈昂, 殷文钰, 等. 妊娠期合并/并发症与巨大儿相关性的倾向性评分配对研究 [J]. 中国妇幼卫生杂志, 2023, 14(4): 8-14.

[22] 张灿, 刘洁, 张海燕, 等. 孕早期孕妇体成分与分娩巨大儿的相关性 [J]. 武警医学, 2019, 30(9): 764-768.

[23] Chait A, den Hartigh L J. Adipose tissue distribution, inflammation and its metabolic consequences, including diabetes and cardiovascular disease[J]. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 2020, 7: 22.

[24] Park S, Widmer A, Swartz A Z, et al. Density of ectopic fat depots predict distinct biomarkers of glycemic and insulinemic status in persons with HIV[J]. Nutrition and Diabetes, 2025, 15(1): 28.

[25] Li M W, Chi X W, Wang Y, et al. Trends in insulin resistance: insights into mechanisms and therapeutic strategy[J]. Signal Transduction and Targeted Therapy, 2022, 7(1): 216.