

• 科研论著 •

山东省两城市学龄前儿童肥胖的影响因素

严诗钰¹, 刘沂¹, 殷丽², 张莉³, 段雪霞³, 梁滨⁴, 李燕³, 王海俊¹

1. 北京大学公共卫生学院妇幼卫生学系, 北京大学医学部-潍坊市妇幼健康联合研究中心, 北京 100191;

2. 潍坊市妇幼保健院; 3. 山东省妇幼保健院; 4. 上海薄荷健康科技股份有限公司

摘要: **目的** 分析学龄前儿童肥胖的影响因素及其之间的关系, 为早期儿童肥胖防控提供科学依据。**方法** 采用病例对照研究方法, 2024 年 3—7 月在山东省济南市和潍坊市选取 94 名肥胖和 91 名正常的学龄前儿童, 通过 3 天 24 小时膳食调查方法、问卷调查和佩戴加速度计的方式收集肥胖影响因素的信息。计算各食物类别的中国学龄前儿童平衡膳食指数(DBI_C), 比较两组儿童在出生及早期喂养、饮食行为及膳食摄入、身体活动及睡眠情况的差异, 构建多因素 Logistic 回归模型, 进一步分析交互作用和构建中介模型。**结果** 多因素分析结果显示, 学龄前儿童肥胖与母亲年龄($OR=1.12$, 95% CI : 1.02~1.23)、母亲超重/肥胖($OR=3.71$, 95% CI : 1.62~8.49)、食物响应得分($OR=2.59$, 95% CI : 1.56~4.31)、食物喜好得分($OR=1.79$, 95% CI : 1.10~2.91)、谷类 DBI_C 评分($OR=1.18$, 95% CI : 1.06~1.31)和动物性食物 DBI_C 评分($OR=1.07$, 95% CI : 1.00~1.14)呈正相关($P<0.05$), 与情绪性饮食减少得分($OR=0.56$, 95% CI : 0.32~0.98)呈负相关($P<0.05$)。未发现儿童出生及早期喂养情况、父亲年龄及父母教育水平、身体活动、睡眠情况与肥胖存在关联。母亲的年龄和体重状态与儿童饮食行为对肥胖的影响存在交互作用。在中介模型中发现, 谷类和动物性食物 DBI_C 评分在食物响应和食物喜好与学龄前儿童肥胖之间关系中起部分中介作用。**结论** 除母亲因素外, 儿童不良饮食行为、谷类和动物性食物摄入过量是学龄前儿童肥胖的主要可干预因素, 母亲因素与不良饮食行为存在交互作用, 且谷类及动物性食物摄入过量在不良饮食行为与肥胖的关联中起部分中介作用, 为制定学龄前儿童肥胖干预措施提供科学依据。

关键词: 平衡膳食指数; 肥胖; 饮食行为; 身体活动; 交互作用; 中介作用; 学龄前儿童

中图分类号: R723.14 文献标识码: A 文章编号: 1008-6579(2025)02-0142-07 doi:10.11852/zgetbjzz2024-1460

Factors influencing preschool children's obesity in two cities of Shandong Province

YAN Shiyu¹, LIU Yi¹, YIN Li², ZHANG Li³, DUAN Xuexia³, LIANG Bin⁴, LI Yan³, WANG Haijun¹

1. Department of Maternal and Child Health, School of Public Health, Peking University, Peking University Health Science Center-Weifang Maternity and Child Health Joint Research Center, Beijing 100191, China;

2. Weifang Maternal and Child Health Hospital; 3. Shandong Provincial Maternal and Child Health Hospital; 4. Shanghai Mint Health Technology Co., Ltd

Corresponding authors: WANG Haijun, E-mail: whjun@pku.edu.cn; LI Yan, E-mail: liyanxj@sina.com

Abstract: **Objective** To analyze the factors influencing obesity among preschool children and the relationships between these factors, so as to provide scientific evidence for the prevention and control of early childhood obesity.

Methods A case-control study was conducted in Jinan and Weifang, Shandong Province from March to July 2024, involving 94 obese and 91 normal preschool children. Data on obesity risk factors were collected using a 3-day 24-hour dietary recall, questionnaires, and accelerometer monitoring. Chinese Diet Balance Index for Preschool Children(DBI_C) of each food was calculated. Differences between the two groups in terms of birth and early feeding practices, dietary behaviors and intake, physical activity, and sleep patterns were compared. Then a multivariate Logistic regression model was constructed. Interaction effects and mediation models were further analyzed. **Results** Multivariate analysis revealed that preschool children's obesity was positively associated with maternal age ($OR=1.12$, 95% CI : 1.02 - 1.23), maternal overweight/obesity ($OR=3.71$, 95% CI : 1.62 - 8.49), food responsiveness score ($OR=2.59$, 95% CI : 1.56 - 4.31), food preference score ($OR=1.79$, 95% CI : 1.10 - 2.91), DBI_C scores for cereals ($OR=1.18$, 95% CI : 1.06 - 1.31) and animal foods ($OR=1.07$, 95% CI : 1.00 - 1.14), while it was negatively associated with emotional eating reduction score ($OR=0.56$, 95% CI : 0.32 - 0.98). Children's birth, early feeding history, father's age, parental education level, physical activity, or sleep was found not to be associated with obesity. There was an interaction between maternal age and weight status, and

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(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(PKUWF-Y08); 中国学生营养与健康促进会-美赞臣学优营养科研基金(CASNHP-MJN2023-02)

作者简介: 严诗钰(2000—), 女, 在读博士, 主要研究方向为儿童早期生长发育。

通信作者: 王海俊, E-mail: whjun@pku.edu.cn; 李燕, E-mail: liyanxj@sina.com

children's dietary behaviors on their susceptibility to obesity. In the mediation model, it was found that the DBI_C scores for cereal and animal foods partially mediated the relationship between food responsiveness and obesity as well as food preference and obesity among preschool children. **Conclusions** Besides maternal factors, poor dietary behaviors and excessive intake of cereal and animal foods are the main modifiable factors contributing to preschool children's obesity. Maternal factors interacted with poor dietary behaviors, and the excessive intake of cereal and animal foods partially mediates the association between poor dietary behaviors and obesity, which provides scientific evidence for the development of intervention measures for preschool children's obesity.

Keywords: balanced diet index; obesity; dietary behavior; physical activity; interaction; mediation effect; preschool children

近 40 年全球肥胖儿童青少年人数增长了 10 倍,预计 2030 年全球儿童超重和肥胖率将达到 30.0%,超重肥胖问题已经成为威胁儿童身心健康的重要公共卫生问题^[1-2]。国内儿童肥胖问题也日趋严重。根据中国九城市 7 岁以下儿童单纯性肥胖流行病学的调查结果,从 1986—2016 年,男童肥胖检出率从 0.9%增长到 4.6%,女童从 0.9%增长到 3.1%^[3]。《中国居民营养与慢性病状况报告(2020 年)》中指出,中国 6 岁以下儿童超重肥胖率已达到 10.4%^[4]。儿童肥胖不仅对多个器官和系统造成短期至长期的健康危害,也给家庭和社会带来经济负担^[5-6]。学龄前期是健康行为建立的重要发展阶段,也是肥胖预防的关键时期。

儿童肥胖的发生与多种因素密切相关,包括遗传、环境、饮食行为及身体活动等^[7]。然而,目前国内相关研究通常仅采用问卷调查对家长进行信息收集,缺少准确和全面的调查方法。本研究在使用具有良好信效度问卷的基础上,利用食物秤辅助的 3 天 24 小时膳食调查方法,调查儿童饮食摄入情况,使用 Actigraph GT3XP 加速度计客观测量儿童的身体活动和静态活动,同时结合幼儿园和家庭两部分数据,从而更准确地收集信息。此外,本研究进一步分析肥胖影响因素之间的关系,从而更深入地理解儿童肥胖的多因素成因及相互间的复杂关系,为阐明学龄前儿童肥胖相关的可干预因素提供科学证据。

1 对象和方法

1.1 对象 2024 年 3—7 月,在山东省潍坊市 5 所幼儿园和济南市 6 所幼儿园,根据幼儿园最近一个月内体检的数据初筛肥胖的学龄前儿童(如果幼儿园最近体检超过 3 个月,则进行全园体检)。然后由经过培训的人员采用统一的设备和方法测量儿童身高和体重。参照中国标准《7 岁以下儿童生长标准》(WS/T 423-2022)^[8]和 WHO 标准^[9]确定的肥胖儿童作为病例组。按照成组匹配原则(对照组与病例组中性别和年龄的比例相似),在幼儿园选择体重正

常的儿童作为对照组。对于肥胖儿童,根据中国标准,肥胖儿童定义为年龄别体质量指数(body mass index, BMI)≥均值+2 个标准差(SD);同时根据 WHO 标准,年龄<5 岁的肥胖儿童定义为身高别体重 Z 评分(weight-for-height Z-score)>3,年龄≥5 岁的肥胖儿童定义为 BMI Z 评分>2。对于正常体重儿童,根据中国标准,年龄别 BMI 需符合均值-1SD≤BMI<均值+1SD 的范围;同时根据 WHO 标准,年龄<5 岁的肥胖儿童定义为身高别体重 Z 评分-1<Z≤2,年龄≥5 岁的肥胖儿童定义为 BMI Z 评分-1<Z≤1。研究对象排除标准:因遗传、疾病(内分泌紊乱、中枢神经系统损伤等)及药物等引起的肥胖;有心、肺、肝、肾等重要脏器病史(如心脏病、高血压、哮喘等)的儿童。最终共纳入 91 名正常儿童和 94 名肥胖儿童。本研究经过北京大学生物医学伦理委员会审查通过(批号:IRB00001052-23146)。所有参与本研究的儿童家长均知情同意并签署书面知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 膳食摄入调查 利用 3 天 24 小时膳食调查方法,调查儿童两天工作日和一天周末的饮食情况。儿童在幼儿园的饮食情况由项目人员指导幼儿园教师进行称量和记录,包括三次正餐和两次点心。幼儿园老师先称量标准份饮食,若儿童有多吃或少吃的情况,则再进行称量,同时拍照发给项目人员进行质量控制。两天在园日的晚上和 1 天周末的饮食由家长记录,项目人员指导家长使用食物秤,称量儿童所有的进食情况,并按要求填写到“薄荷健康”微信小程序中,同时拍照记录。项目人员在“薄荷健康”管理员界面查看家长的填写情况,并对照照片进行核查,确保食物份量、烹饪方式填写的准确性。最后汇总儿童的 3 天 24 小时的膳食调查数据。将膳食调查数据分类为谷类食物、蔬菜、水果、奶类、豆类、动物性食物,计算各食物类别的中国学龄前儿童平衡膳食指数(Chinese Diet Balance Index for Preschool Children, DBI_C)^[10]。

1.2.2 家长问卷调查 使用“问卷星”软件企业版

发放线上问卷,调查内容包括:1) 儿童及家庭的基本情况:性别、出生日期、是否早产、分娩方式(自然分娩、剖宫产)、出生后 6 个月内的喂养方式(是否纯母乳喂养)、父母年龄、父母体重状况等。2) 儿童饮食行为:采用儿童饮食行为问卷(Children Eating Behavior Questionnaire, CEBQ)调查家长对儿童饮食行为的评价,包括食物喜好、食物响应等。中文版 CEBQ 的 Cronbach's α 系数为 0.571~0.822^[11]。3) 儿童睡眠情况:采用中文版儿童睡眠习惯问卷(Children's Sleep Habits Questionnaire, CSHQ)^[12]调查儿童睡眠时长及睡眠相关行为。该问卷包括 8 个维度,共 41 个条目,得分越高表示儿童睡眠问题越严重。总评分 >54 分,即为睡眠质量不良。问卷 Cronbach's α 系数为 0.730^[13]。

1.2.3 身体活动调查 参与项目的学龄前儿童连续 7d 在腰部佩戴 Actigraph GT3XP 加速度计。在儿童佩戴前,项目人员对家长和教师进行培训,使其熟悉正确佩戴加速度计的方法。要求儿童在每天早晨起床后立刻佩戴,一直到晚上上床睡觉时摘下。儿童进行游泳或洗澡等沾水的活动时需移除加速度计,活动结束后立即正确佩戴。家长在睡前还需填写与加速度计配套的佩戴日记。加速度计参数设置如下:1)采样频率设置为 30Hz;2)采样间隔 15s;3)每日佩戴时间 ≥ 480 min;否则,数据将被认为是无效的;至少需要 3d 的有效数据,其中 2d 为工作日,1d 为周末;3)未佩戴时间定义为连续 20min 加速度计计数为 0。本研究采用 Evenson children 2008 标准:静态活动:0~100counts,轻度运动:101~2 295counts,中等强度运动:2 296~4 011counts,高等强度运动: $>4 011$ counts^[14]。计算儿童平均每日中高等身体活动时间和平均每日总身体活动时间以及对应的达标情况,即中等及以上强度的身体活动应不少于 60min,总身体活动时间应不少于 180min^[15-16]。

1.3 质量控制 研究人员与幼儿园主要负责人沟通研究细节,并由同一个研究人员使用同一型号的身高体重计对儿童进行身高、体重测量。通过家长会、微信群等方式,研究人员为家长详细讲解项目内容、食物称量和记录流程、加速度计佩戴方法等。核查收集的数据,若发现数据中不合理的部分,研究人员及时与家长和幼儿园沟通,重新调查并补充,形成最终调查数据库。

1.4 统计学方法 使用 R 4.4.0 软件进行统计学分析。检验计量资料是否符合正态分布,若符合正态分布则采用 $\bar{x} \pm s$ 描述,若不符合正态分布则采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 描述。计数资料则采用例数(%)描述。两组之间比较采用 t 检验(计量资料)或 χ^2 检验(计

数资料)。对所有变量进行单因素分析,进一步使用后退法逐步剔除不显著的变量(阈值设置为 $P < 0.10$),对所有在后退法中被保留的且被识别为显著的变量(阈值设置为 $P < 0.05$),采用强制进入法将其纳入最终模型,计算优势比(odds ratio, OR)值和 95%置信区间(confidence interval, CI)。本研究针对多因素分析中有统计学意义的变量,进一步分析变量之间对儿童肥胖的交互作用,同时构建中介作用模型。在中介作用模型中,因变量为儿童肥胖,中介变量为各食物类别的 DBI_C,自变量为儿童饮食行为,对肥胖及膳食摄入量有影响的指标作为协变量,协变量为儿童年龄、性别、出生状态、身体活动水平、睡眠情况,采用 R 软件的 mediation 包分析中介效应,检验水准 $\alpha = 0.05$ (双侧)。

2 结果

2.1 正常组和肥胖组儿童基本情况、身体测量指标、出生及家庭情况比较 正常儿童和肥胖儿童年龄、性别、民族的差异无统计学意义($P > 0.05$)。肥胖儿童的身高、体重、BMI 均高于正常儿童,差异有统计学意义($P < 0.05$)。

关于两组儿童出生及早期喂养情况,正常儿童和肥胖儿童出生体重、出生身长、早产情况、分娩方式、喂养方式和添加辅食月份的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。关于家庭情况,正常儿童和肥胖儿童所在家庭中父母年龄差异均无统计学意义($P > 0.05$)。肥胖儿童父母超重肥胖比例均显著高于正常儿童,肥胖儿童父母教育水平在本科及以上的占比更低,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 正常组和肥胖组儿童饮食行为、食物 DBI_C 评分、身体活动及睡眠情况比较 在饮食行为方面,肥胖儿童食物响应、食物喜好、情绪性过度饮食得分高于正常体重儿童,差异有统计学意义($P < 0.05$)。两组儿童过饱响应、进食缓慢、挑食、渴望饮料、情绪性饮食减少得分差异无统计学意义($P > 0.05$)。在膳食摄入量方面,学龄前儿童均存在谷类、动物性食物摄入过量(DBI_C 评分 >0),蔬菜水果、奶类和豆类摄入不足(DBI_C 评分 <0)的问题。肥胖儿童谷物 DBI_C 评分和动物性食物 DBI_C 评分高于正常儿童($P < 0.05$),两组其余食物种类摄入差异无统计学意义($P > 0.05$)。正常儿童和肥胖儿童平均每日身体活动及睡眠情况差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 学龄前儿童肥胖的影响因素多因素分析 结合后退法和强制进入法,在最终的模型中,学龄前儿童肥胖与母亲年龄($OR = 1.12$)、母亲超重或肥胖

表 1 正常组和肥胖组儿童基本情况、身体测量指标、出生及家庭情况比较($\bar{x} \pm s$)

Tab. 1 Comparison of basic information, somatometric indices, birth conditions, and family backgrounds between normal-weight and obese children($\bar{x} \pm s$)

指标	分组	正常组($n=91$)	肥胖组($n=94$)	t/χ^2 值	P 值
儿童年龄(岁)		5.29±0.67	5.41±0.66	1.31 ^a	0.19
儿童性别(例,%)	男	55 (60.4)	59 (62.8)	0.33 ^b	0.74
	女	36 (39.6)	35 (37.2)		
体重(kg)		21.04±2.76	32.10±4.94	18.89 ^a	<0.01
身高(cm)		117.11±6.20	121.75±5.77	5.27 ^a	<0.01
BMI(kg/m ²)		15.30±1.17	21.56±2.14	24.77 ^a	<0.01
出生体重(g)		3 362.53±505.50	3 373.35±649.51	0.13 ^a	0.90
出生身长(cm)		50.99±2.89	50.94±2.91	0.11 ^a	0.91
是否早产(例,%)	正常	87 (95.6)	84 (89.4)	1.76 ^b	0.12
	早产	4 (4.4)	10 (10.6)		
分娩方式(例,%)	自然分娩	53 (58.2)	42 (44.7)	2.88 ^b	0.07
	剖宫产	38 (41.8)	52(55.3)		
出生后 6 个月内的喂养方式(例,%)	纯母乳喂养	54 (59.3)	53 (56.4)	0.76 ^b	0.45
	非纯母乳喂养	37 (40.7)	41 (42.7)		
添加辅食月份		6.32±2.22	6.55±2.23	0.69 ^a	0.49
调查时父亲年龄(岁)		38.09±4.73	38.99±5.12	1.24 ^a	0.22
调查时母亲年龄(岁)		36.79±4.26	37.87±4.16	1.73 ^a	0.08
父亲超重或肥胖(例,%) [*]	是	47 (58.8)	68 (79.1)	2.79 ^b	0.01
	否	33 (41.2)	18 (20.9)		
母亲超重或肥胖(例,%) [*]	是	22 (26.2)	53 (58.2)	3.90 ^b	<0.01
	否	62 (73.8)	38 (41.8)		
父亲教育水平(例,%)	大专及以下	27 (29.7)	44 (46.8)	2.38 ^b	0.02
	本科及以上	64 (70.3)	50 (53.2)		
母亲教育水平(例,%)	大专及以下	26 (28.6)	43 (45.7)	2.40 ^b	0.02
	本科及以上	65 (71.4)	51 (54.3)		

注:^{*} 数据存在缺失值。父母超重或肥胖指 BMI≥24kg/m²。^a t 值,^b χ^2 值。

表 2 正常组和肥胖组儿童饮食行为、食物 DBI_C 评分、身体活动及睡眠情况比较($\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of dietary behaviors, food DBI_c scores, physical activity, and sleep patterns between normal-weight and obese children($\bar{x} \pm s$)

指标		正常组($n=91$)	肥胖组($n=94$)	t/χ^2 值	P 值
过饱响应		2.67±0.57	2.60±0.44	1.02 ^a	0.31
进食缓慢		2.24±0.69	2.18±0.54	0.67 ^a	0.50
挑食		2.56±0.40	2.68±0.47	1.85 ^a	0.06
食物响应		2.18±0.80	2.99±0.91	5.39 ^a	<0.01
食物喜好		3.35±0.86	3.98±0.87	4.40 ^a	<0.01
渴望饮料		2.08±0.85	2.32±1.00	1.68 ^a	0.09
情绪性饮食减少		2.62±0.82	2.44±0.71	1.65 ^a	0.10
情绪性过度饮食		1.59±0.67	1.90±0.82	2.71 ^a	0.01
谷类 DBI_C 评分		7.36±4.80	10.61±2.93	4.61 ^a	<0.01
蔬菜 DBI_C 评分		-0.74±0.95	-0.63±0.96	0.86 ^a	0.48
水果 DBI_C 评分		-1.58±1.48	-1.57±1.51	0.08 ^a	0.97
奶类 DBI_C 评分		-2.68±1.40	-2.65±1.62	0.09 ^a	0.92
豆类 DBI_C 评分		-4.39±2.22	-4.15±2.51	0.80 ^a	0.50
动物性食物 DBI_C 评分		1.04±5.00	3.98±5.51	3.36 ^a	<0.01
中高等强度身体活动时间(min) [*]		70.75±20.55	73.05±20.05	0.35 ^a	0.73
总体身体活动时间(min) [*]		142.18±31.23	152.08±32.52	1.50 ^a	0.23
平均每日中高等身体活动时间(例,%) [*]	<60min	24 (30.0)	19 (24.7)	0.63 ^b	0.53
	≥60min	56 (70.0)	58 (75.3)		
平均每日总身体活动时间(例,%) [*]	<180min	70 (87.5)	63 (81.8)	0.10 ^b	0.62
	>180min	10 (12.5)	14 (18.2)		
睡眠质量(例,%) [*]	合格	76 (85.4)	73 (79.3)	0.86 ^b	0.29
	不良	13 (14.6)	19 (20.7)		
平均睡眠时长(h) [*]		9.15±1.26	9.00±0.57	0.07 ^a	0.94

注:^{*} 数据存在缺失值。^a t 值,^b χ^2 值。

($OR=3.71$)、食物响应得分($OR=2.59$)、食物喜好得分($OR=1.79$)、谷类 DBI_C 评分($OR=1.18$)和动物性食物 DBI_C 评分($OR=1.07$)呈正相关,与情绪性饮食减少得分($OR=0.56$)呈负相关。见表 3。

表 3 学龄前儿童肥胖多因素 Logistic 回归分析
Tab. 3 Multivariate Logistic analysis of the influencing factors for childhood obesity

变量	单因素分析		多因素分析	
	OR 值 (95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值
母亲年龄(岁)	1.06(0.99~1.14)	0.08	1.12(1.02~1.23)	0.02
母亲超重或肥胖	3.94(2.14~7.42)	<0.01	3.71(1.62~8.49)	<0.01
食物响应	2.96(2.03~4.48)	<0.01	2.59(1.56~4.31)	<0.01
食物喜好	2.38(1.65~3.59)	<0.01	1.79(1.10~2.91)	0.02
情绪性饮食减少	0.72(0.49~1.06)	0.10	0.56(0.32~0.98)	0.01
谷类 DBI_C 评分	1.22(1.13~1.34)	<0.01	1.18(1.06~1.31)	<0.01
动物性食物 DBI_C 评分	1.11(1.05~1.18)	<0.01	1.07(1.00~1.14)	0.04

2.4 交互作用和中介作用分析 母亲年龄和体重状态与儿童食物喜好之间均存在交互作用(交互项 P 值<0.05)。若母亲年龄较小(+1SD),每单位食物喜好评分增加,儿童肥胖可能性增加 1.41 倍($OR=2.41$, 95%CI: 1.08~5.38);若母亲年龄较大(-1SD),食物喜好对肥胖的影响无统计学意义($P>0.05$)。若母亲体重状态为正常,每单位食物喜好评分增加,儿童肥胖可能性增加 1.77 倍($OR=2.77$, 95%CI: 1.22~6.32);而当母亲为超重肥胖时,食物喜好与儿童肥胖的关联无统计学意义($P>0.05$)。此外,母亲体重状态还与情绪性饮食减少存

在交互作用。当母亲为超重肥胖时,情绪性饮食减少与肥胖呈负相关($OR=0.30$, 95%CI: 0.12~0.72),但母亲体重正常时,两者的关联无统计学意义($P>0.05$)。其余指标间不存在交互作用。

中介作用分析揭示了 DBI_C 评分在不同饮食行为与学龄前儿童肥胖关系中的部分中介作用。谷类 DBI_C 评分在食物响应和食物喜好与肥胖之间的中介效应分别为 0.02 和 0.01,占总效应的 15%和 16%。动物性食物 DBI_C 评分在食物响应和食物喜好与肥胖之间中介的效应值分别占总效应的 7%和 13%。见表 4。

表 4 中国学龄前儿童平衡膳食指数在饮食行为和学龄前儿童肥胖之间的中介作用
Tab. 4 Mediating role of DBI_C in dietary behaviors and obesity among Chinese preschool children

项目	食物响应				食物喜好			
	谷类 DBI_C	P 值	动物性食物 DBI_C	P 值	谷类 DBI_C	P 值	动物性食物 DBI_C	P 值
中介效应(ab)	0.02(0.00~0.03)	0.01	0.01(0.00~0.02)	0.05	0.01(0.00~0.02)	0.02	0.01(0.00~0.03)	<0.01
直接效应(c')	0.08(0.05~0.11)	<0.01	0.09(0.06~0.12)	<0.01	0.04(0.01~0.07)	<0.01	0.05(0.01~0.07)	<0.01
总效应(c)	0.10(0.06~0.13)	<0.01	0.10(0.06~0.13)	<0.01	0.05(0.02~0.08)	<0.01	0.06(0.02~0.08)	<0.01
中介效应在总效应中的占比(ab/c)	0.15(0.04~0.29)	0.01	0.07(0.00~0.18)	0.05	0.16(0.01~0.36)	0.02	0.13(0.02~0.36)	<0.01

注:X为食物响应/食物喜好;M为谷类 DBI_C 评分/动物性食物 DBI_C;Y为学龄前儿童肥胖。模型中调整了儿童的年龄、性别和出生状态、身体活动水平、睡眠质量和平均睡眠时长。

3 讨论

3.1 母亲年龄及体重状态影响儿童肥胖风险 母亲年龄较大可能会增加儿童肥胖的风险。在中国 7 个省市开展的调查也发现父母的生育年龄较大会增加 6~18 岁儿童超重肥胖的风险^[17]。随着母亲年龄增加,妊娠期的代谢状态发生改变,可能会通过表观遗传机制影响胎儿生长发育,导致代谢编程的长期影响,从而增加了儿童早期肥胖的风险^[18]。本研究发现,肥胖儿童的父母超重肥胖比例更高,尤其母亲超重肥胖与儿童肥胖呈正相关,这与国内外研究发现一致。北京开展的一项调查发现,父母双方皆

超重肥胖的儿童青少年发生超重肥胖的风险是双亲均为非超重者的 3.95 倍^[19]。美国的队列研究发现,母亲 BMI 比父亲 BMI 对学龄前儿童 BMI 的影响更大^[20]。父母超重肥胖对子代生长发育的影响可归因于遗传与环境的共同作用。87 782 对双胞胎的分析显示了遗传因素对 BMI 变异的重要性^[21]。然而,遗传因素不足以解释儿童肥胖流行率的快速上升,环境因素(特别是家庭环境)对学龄前儿童影响更为显著。父母的饮食习惯和喂养策略是影响儿童饮食行为和食物选择的主要因素^[22]。因此,应加强对高龄产妇及超重肥胖父母子代的体重监测与随访,实施早期干预措施以控制儿童肥胖风险。

本研究还发现母亲年龄、体重状态与儿童饮食行为对儿童肥胖的影响存在交互作用。母亲年龄越大,食物喜好评分与儿童肥胖的正相关关系减弱。这可能是因为年龄较大的母亲有更丰富的育儿经验,能够提供更加合理的饮食指导,从而削弱了食物喜好对儿童肥胖的影响^[23]。此外,研究也发现,食物喜好与儿童肥胖的正相关关联只在母亲体重正常时存在;而情绪性饮食减少与肥胖的负相关关联只在母亲为超重肥胖时观察到。母亲的体重状态不仅反映了潜在的遗传因素,还体现母亲自身的健康行为水平,因此可能通过遗传途径或影响家庭的健康环境作用于儿童的体重状态。这种作用可能会削弱或增强儿童自身饮食行为对肥胖风险的影响。以上结论有待进一步开展大样本研究证实。

3.2 儿童饮食行为是重要的肥胖相关影响因素

儿童饮食行为是重要且具有可塑性的肥胖相关影响因素。系统综述显示,食物响应、食物喜好、渴望饮料、情绪性过度饮食均与儿童肥胖指标呈正相关,情绪性饮食减少、进食缓慢、过饱响应则与儿童肥胖呈负相关^[24]。本研究也发现类似的趋势,其中食物响应、食物喜好这两个指标与儿童肥胖呈正相关,情绪性饮食减少与儿童肥胖呈负相关。食物响应和食物喜好均反映儿童表现出对食物较高的兴趣和喜好程度,指在没有身体饥饿的情况下进食倾向的强度^[25]。较高的食物响应可能与神经生物系统或与紧张的家庭或社会环境有关^[26]。情绪性饮食则体现为因高兴、生气或害怕而影响进食行为。本研究发现,情绪性饮食减少(emotional undereating),即在情绪低落或焦虑时减少食物摄入,与学龄前儿童肥胖呈负相关。这反映了情绪性少食作为一种反应性饮食行为,在一定程度上可能有助于控制体重,避免热量摄入过多,但可能带来营养摄入不足的风险。家长需要加强情绪调节教育,提供非食物的应对策略来帮助儿童调节情绪。本研究通过中介作用分析发现食物行为可以通过增加膳食的摄入量来影响儿童肥胖。调查食物享受和食物响应的相关研究发现,这两个指标分数高与整体食物摄入量增加、日常饮食频率高有关,且均与零食、肉类、白面包的摄入量呈显著正相关^[27]。儿童饮食行为对儿童肥胖有直接和间接的影响,并且儿童饮食行为在学龄前期塑造,并在后期保持稳定^[28],说明在学龄前阶段加强对儿童健康饮食行为的塑造至关重要。

3.3 控制膳食摄入可能是儿童肥胖防控的优先策略 谷类和动物性食物摄入过量是儿童肥胖的重要影响因素。在本调查中,谷类食物主要包括米、面,均为精制谷物。在系统综述及多项学龄前儿童调查

中均发现,精制谷物与儿童超重肥胖风险增加有关^[29-30]。一项在中国开展的分层群体抽样研究也发现,3~6岁超重肥胖儿童畜肉、禽肉、蛋类、鱼、虾等动物性食物的摄入量相对较高^[31]。研究指出,当前饮食模式的转变,尤其是向富含动物性和加工食品的饮食过渡,是导致儿童肥胖相关疾病流行率增加的重要原因^[32]。因此,避免儿童摄入过量谷类和动物性食物,对于预防学龄前儿童肥胖具有重要意义。

本研究应用加速度计准确、有效地监测学龄前儿童的身体活动,发现山东省两个城市地区学龄前儿童的身体活动不是影响肥胖的主要原因。根据国内外指南推荐^[15-16],分析正常儿童和肥胖儿童身体活动符合标准的情况,发现正常儿童和肥胖儿童的身体活动情况的差异无统计学意义。国内另一项利用加速度计测量4~6岁儿童身体活动的研究也发现,超重和肥胖儿童每日中高等强度身体活动时间的差异无统计学意义,甚至肥胖儿童的轻度活动时间、身体活动总时间均高于正常儿童^[33]。通过调查现场观察,认为研究结果符合现实情况,学龄前儿童肥胖程度不严重,不会对身体活动造成影响。身体活动在儿童早期对超重肥胖的影响是有限的,但可能在后期对儿童青少年肥胖的影响变得更重要^[34]。提示在该地区学龄前儿童肥胖防控中,帮助学龄前儿童养成健康的饮食行为可能相对于促进身体活动更重要,在未来开展学龄前儿童肥胖干预,要着重强化饮食干预成分。

综上所述,除母亲因素外,儿童不良饮食行为、谷类和动物性食物摄入过量是学龄前儿童肥胖主要可干预因素,母亲因素与不良饮食行为存在交互作用,且谷类及动物性食物摄入过量在不良饮食行为与肥胖的关联中起部分中介作用。研究结果为针对儿童肥胖的重要影响因素开发干预措施提供了科学证据。未来在进行学龄前儿童肥胖干预时,应重点改善儿童不良饮食行为,关注学龄前儿童的膳食平衡问题,特别是控制谷类和动物性食物的摄入量。

参考文献

- [1] NCD Risk Factor Collaboration. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: A pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults [J]. *Lancet*, 2017, 390(10113): 2627-2642.
- [2] Gao L, Peng W, Xue H, et al. Spatial-temporal trends in global childhood overweight and obesity from 1975 to 2030: A weight mean center and projection analysis of 191 countries [J]. *Global Health*, 2023, 19(1): 53.
- [3] 首都儿科研究所九市儿童体格发育调查协作组. 2016年中国九城市七岁以下儿童单纯性肥胖流行病学调查 [J]. *中华*

- 儿科杂志, 2018, 56(10): 745-752.
- [4] 中国居民营养与慢性病状况报告(2020 年)[J]. 营养学报, 2020, 42(6): 521.
- [5] Sonntag D, Ali S, Lehnert T, et al. Estimating the lifetime cost of childhood obesity in Germany: Results of a Markov Model[J]. *Pediatr Obes*, 2015, 10(6): 416-422.
- [6] di Cesare M, Soric M, Bovet P, et al. The epidemiological burden of obesity in childhood: A worldwide epidemic requiring urgent action[J]. *BMC Med*, 2019, 17(1): 212.
- [7] Larqué E, Labayen I, Flodmark CE, et al. From conception to infancy - early risk factors for childhood obesity[J]. *Nat Rev Endocrinol*, 2019, 15(8): 456-478.
- [8] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 7 岁以下儿童生长标准: WS/T 423—2022[S/OL]. (2022-9-19)[2024-12-02]. <http://www.nhc.gov.cn/wjw/fyjk/202211/16d8b049fdf547978a910911c19bf389.shtml>
- [9] WHO. Obesity and overweight[Z/OL]. 2024. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- [10] 房玥晖, 何宇纳, 李春丽. 基于中国学龄前儿童平衡膳食指数的 2010—2012 年中国学龄前儿童膳食质量评价[J]. 中华预防医学杂志, 2020, 54(6): 662-667.
- [11] 王丹, 徐红贞, 邵雪华, 等. 儿童饮食行为评估工具的研究进展[J]. 中华护理杂志, 2022, 57(14): 1783-1787.
- [12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 7 岁以下儿童生长标准: WS/T 423—2022[S/OL]. (2017-10-12)[2024-12-02]. <http://www.nhc.gov.cn/wjw/fyjk/201710/e63c5fc4c3d74daf9f5234150c4f400a.shtml>
- [13] 夏宏, 陈海燕, 马蕾. 孤独症谱系障碍儿童睡眠问题及其影响因素研究[J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2024, 22(5): 545-549.
- [14] Evenson KR, Catellier DJ, Gill K, et al. Calibration of two objective measures of physical activity for children[J]. *J Sports Sci*, 2008, 26(14): 1557-1565.
- [15] 关宏岩, 赵星, 屈莎, 等. 学龄前儿童(3~6 岁)运动指南[J]. 中国儿童保健杂志, 2020, 28(6): 714-720.
- [16] WHO Guidelines Review Committee. WHO Guidelines on physical activity and sedentary behaviour[M]. Geneva: World Health Organization, 2020.
- [17] Myrskylä M, Fenelon A. Maternal age and offspring adult health: evidence from the health and retirement study[J]. *Demography*, 2012, 49(4): 1231-1257.
- [18] Agarwal P, Morriveau TS, Kereliuk SM, et al. Maternal obesity, diabetes during pregnancy and epigenetic mechanisms that influence the developmental origins of cardio-metabolic disease in the offspring[J]. *Crit Rev Clin Lab Sci*, 2018, 55(2): 71-101.
- [19] 李晓卉, 郭红侠, 黄艳丽, 等. 父母超重肥胖对儿童青少年超重肥胖的影响[J]. 中国学校卫生, 2016, 37(2): 239-242.
- [20] Linabery AM, Nahhas RW, Johnson W, et al. Stronger influence of maternal than paternal obesity on infant and early childhood body mass index: The Fels Longitudinal Study[J]. *Pediatr Obes*, 2013, 8(3): 159-169.
- [21] Silventoinen K, Jelenkovic A, Sund R, et al. Genetic and environmental effects on body mass index from infancy to the onset of adulthood: An individual-based pooled analysis of 45 twin cohorts participating in the Collaborative project of Development of Anthropometrical measures in Twins (CODATwins) study[J]. *Am J Clin Nutr*, 2016, 104(2): 371-379.
- [22] Scaglioni S, de Cosmi V, Ciappolino V, et al. Factors influencing children's eating behaviours[J]. *Nutrients*, 2018, 10(6).
- [23] Naja F, Hwalla N, Chokor FAZ, et al. Infant and young child feeding practices in Lebanon: a cross-sectional national study[J]. *Public Health Nutr*, 2023, 26(1): 143-159.
- [24] Kininmonth A, Smith A, Carnell S, et al. The association between childhood adiposity and appetite assessed using the Child Eating Behavior Questionnaire and Baby Eating Behavior Questionnaire: A systematic review and meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2021, 22(5): e13169.
- [25] 杨显君, 江逊, 张玉海, 等. 学龄前儿童饮食行为量表的编制与评价[J]. 中国儿童保健杂志, 2012, 20(8): 682-685.
- [26] Mihov Y, Meyer AH, Kakebeeke TH, et al. Child eating behavior predicts body mass index after 1 year: Results from the Swiss Preschooler's Health Study (SPLASHY)[J]. *Front Psychol*, 2024, 15: 1292939.
- [27] Maneschy I, Jimeno-Martínez A, Miguel-Berges ML, et al. Eating behaviours and dietary intake in children and adolescents: A systematic review[J]. *Curr Nutr Rep*, 2024, 13(3): 363-376.
- [28] Ashcroft J, Semmler C, Carnell S, et al. Continuity and stability of eating behaviour traits in children[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2008, 62(8): 985-990.
- [29] Jakobsen DD, Brader L, Bruun JM. Association between food, beverages and overweight/obesity in children and adolescents—a systematic review and meta-analysis of observational studies[J]. *Nutrients*, 2023, 15(3).
- [30] Liberali R, Kupek E, Assis MAA. Dietary patterns and childhood obesity risk: A systematic review[J]. *Child Obes*, 2020, 16(2): 70-85.
- [31] Huang H, Ma Q, Ding J, et al. Dietary nutrient patterns among preschool children aged 3-6 and the correlation with being overweight and obese[J]. *Am J Transl Res*, 2023, 15(5): 3751-3758.
- [32] Mazzocchi A, De Cosmi V, Milani GP, et al. Health and sustainable nutritional choices from childhood: Dietary pattern and social models[J]. *Ann Nutr Metab*, 2022, 78(Suppl 2): 21-27.
- [33] 韩颖, 王博, 江媛媛, 等. 学龄前超重和肥胖儿童与体重正常儿童身体活动水平的比较研究[J]. 中国计划生育学杂志, 2020, 28(3): 320-323, 327.
- [34] Wiersma R, Haverkamp BF, Van Beek JH, et al. Unravelling the association between accelerometer-derived physical activity and adiposity among preschool children: A systematic review and meta-analyses[J]. *Obes Rev*, 2020, 21(2): e12936.