

学龄儿童肥胖持续状态与心血管代谢异常发病风险

侯冬青¹ 董虹宇² 朱忠信³ 郁兆仓⁴ 王宏健⁵ 高爱钰⁶ 程红¹ 赵小元¹
刘军廷¹ 黄贵民¹ 陈芳芳¹ 米杰²

¹首都儿科研究所流行病学研究室, 北京 100020; ²国家儿童医学中心儿童慢病管理中心, 首都医科大学附属北京儿童医院, 北京 100045; ³北京市密云区中小学卫生保健所 101500; ⁴北京市通州区中小学卫生保健所 101100; ⁵北京市房山区中小学卫生保健所 102400; ⁶北京市东城区中小学卫生保健所 100009

侯冬青和董虹宇对本文有同等贡献

通信作者: 米杰, Email: jiemi12@vip.sina.com

【摘要】 目的 分析学龄儿童肥胖持续状态与心血管代谢异常罹患风险的关系。方法 研究对象为儿童青少年, 根据基线和随访时状态将研究对象分为持续非肥胖、肥胖恢复、新发肥胖和持续肥胖组, 并按照基线与随访时点是否为肥胖分析比较不同肥胖持续状态儿童的血压、血糖和血脂水平的变化。采用多元 logistic 回归方程, 分析不同肥胖持续状态与心血管代谢异常发生风险的关系。结果 本研究最终纳入分析 11 379 人(男童占 49.6%)。随访 2 年间, 人群新发肥胖率为 3.2%(95%CI: 2.9%~3.5%), 肥胖恢复率为 4.4%(95%CI: 4.0%~4.8%)。新发肥胖组和持续肥胖组的 SBP、DBP、TG、LDL-C 和非 HDL-C 的增加值高于持续非肥胖组, 而肥胖恢复组的 SBP、LDL-C 和非 HDL-C 的增加值较低(均 $P < 0.05$)。此外, 以持续非肥胖组为对照, 持续肥胖组和新发肥胖组的高血压、高血糖、血脂各项异常及心血管危险因素聚集(异常个数 ≥ 2) 的发生风险均显著增加, 而肥胖恢复组在大部分心血管代谢异常发生风险与持续非肥胖组无统计学差异。结论 新发肥胖和持续肥胖均可增加心血管代谢异常的发生风险, 而肥胖儿童恢复为非肥胖后上述风险则可有效降低。

【关键词】 儿童青少年; 肥胖; 心血管代谢异常; 队列研究

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFC0900600, 2016YFC0900602); 国家自然科学基金(81973110)

Change in obesity status and development of cardiometabolic disorders in school-age children

Hou Dongqing¹, Dong Hongbo², Zhu Zhongxin³, Yu Zhaocang⁴, Wang Hongjian⁵, Gao Aiyu⁶, Cheng Hong¹, Zhao Xiaoyuan¹, Liu Juntong¹, Huang Guimin¹, Chen Fangfang¹, Mi Jie²

¹Department of Epidemiology, Capital Institute of Pediatrics, Beijing 100020, China; ²Department of Non-communicable Disease Management, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, National Center for Children's Health, Beijing 100045, China; ³Beijing Miyun Primary and Secondary School Health Center, Beijing 101500, China; ⁴Beijing Tongzhou Primary and Secondary School Health Center, Beijing 101100, China; ⁵Beijing Fangshan Primary and Secondary School Health Center, Beijing 102400, China; ⁶Beijing Dongcheng Primary and Secondary School Health Center, Beijing 100009, China

Hou Dongqing and Dong Hongbo contributed equally to the article

Corresponding author: Mi Jie, Email: jiemi12@vip.sina.com

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200812-01060

收稿日期 2020-08-12 本文编辑 李银鸽

引用本文: 侯冬青, 董虹宇, 朱忠信, 等. 学龄儿童肥胖持续状态与心血管代谢异常发病风险[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(3): 440-447. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200812-01060.



【Abstract】 Objective To analyze the influence of obesity status on the development of cardiometabolic disorders in school-age children. **Methods** Information about children's body weight, body height and cardiovascular risk factors were collected in baseline survey in 2017 and follow-up survey in 2019. The school-age children were divided into four groups based on their baseline and follow-up obesity status, i. e. sustained non-obesity group, restored obesity group, newly classified obesity group, and persistent obesity group. Analysis of covariance was used to compare the difference of change in levels of cardiometabolic factors among the four groups. The multivariate logistic regression model was used to analyze the relationship between obesity status and the incidence risk of cardiometabolic disorders. **Results** The present study included 11 379 school-age children (boys accounting for 49.6%). During the 2 years, the incidence of obesity was 3.2% (95%CI: 2.9%-3.5%) with the restoration ratio of obesity of 4.4% (95%CI: 4.0%-4.8%). Compared with the sustained non-obesity group, increases in SBP, DBP, TG, LDL-C and non-HDL-C were much higher in newly classified obesity group and persistent obesity group, but lower in restored obesity groups except for DBP (all $P < 0.05$). In addition, the incidence risk of hypertension, high glucose, dyslipidemia and cardiometabolic disorders (≥ 2 risks) were much higher in newly classified and persistent obese children than in sustained non-obese children. No difference was found in incidence risks of most cardiovascular disorders between restored obese children and sustained non-obese children, except for hypertension and cardiometabolic risks. **Conclusion** Both newly classified obesity and persistent obesity increased the incidence risks for multi cardiovascular disorders, while these risks could be reduced when non-obese status restore.

【Key words】 Children; Obesity; Cardiometabolic disorder; Cohort study

Fund programs: National Key Research and Development Program of China (2016YFC0900600, 2016YFC0900602); National Natural Science Foundation of China (81973110)

2018年,我国心血管疾病患者约2.9亿,死亡率居首位,成为影响我国居民健康和经济可持续发展的最严重公共卫生问题和社会问题^[1]。肥胖是心血管慢性病主要的危险因素,且近20年来呈快速低龄化趋势^[2]。然而,既往关于儿童肥胖与心血管代谢危险因素的研究多基于横断面调查^[3-4],无法了解生长发育过程中儿童青少年肥胖状态的变化对心血管代谢异常发生风险的影响。本研究通过利用儿童青少年心血管与骨健康促进项目(School-based Cardiovascular and Bone Health Promotion Program, SCVBH)两时点肥胖状态以及心血管代谢相关结局指标^[5],分析持续非肥胖、肥胖恢复、新发肥胖以及持续肥胖共4种不同肥胖状态变化儿童的心血管代谢异常发生风险,以期为儿童时期精准防治心血管慢病提供循证依据。

对象与方法

1. 研究对象:来自SCVBH项目队列人群,该项目采用分层整群抽样的方法于2017年11月至2018年1月在北京市东城、房山、密云和通州区的30所学校进行了基线调查,研究方案及基线调查结果见文献^[5]。排除因外伤和疾病等不能参加体检者,共15 391名6~16岁儿童参与基线问卷调查

和体格检查。2019年11月至2020年1月对该人群进行随访调查,共随访到12 984人。以基线和随访时点身高、体重信息完整的12 074名儿童为基础,排除患有心血管代谢疾病(高血压、糖尿病、血脂异常、肾脏疾病、甲状腺疾病等)199人,血压或血标本缺失123人,最终共纳入11 379人[男童占49.6%,基线年龄(10.8±3.3)岁]。与排除人群相比,最终纳入人群的男童比例略低(49.6% vs. 52.5%)而基线年龄略小(10.8±3.3 vs. 11.3±3.3)。研究方案通过首都儿科研究所伦理委员会批准(批号:SHERLL2016026),研究对象和/或其监护人签署知情同意书。

2. 研究方法:在基线和随访调查中,均采用相同且统一的结构化问卷、体格检查和实验室检测方法进行资料收集。

(1)问卷调查:用于收集一般人口学特征、生活行为因素(吸烟、饮酒、膳食和运动等)、青春期发育情况(男女生出现遗精/初潮)和疾病家族史等信息。

(2)体格检查:①受试者穿轻薄衣物,使用经校准的仪器按照标准方法测量身高和体重,读数均精确到0.1,连续测量2次,使用平均值进行统计分析,计算BMI。②使用经过美国医疗器械协会(American Association of Medical Instrumentation,

AMMI)验证的欧姆龙 HBP-1300 电子血压计(日本 Omron 公司)测量血压。测量前嘱受试者安静休息至少 15~30 min,排空膀胱后测量坐位右上臂肱动脉血压,连续测量血压 3 次,相邻两次间隔 1~2 min,取后两次平均值作为分析值。

(3)实验室检测:采集空腹 12 h 后的静脉血 5 ml,静置 30 min 后,1 509.3×g 离心 10 min,分离血清,冷藏运输至中心实验室进行相关指标检测。使用日立 7080 全自动生化检测仪检测基线和随访的血生化指标,包括血脂 4 项(TC、LDL-C、HDL-C 和 TG)和血糖。非 HDL-C 通过 TC 减去 HDL-C 获得。

3. 指标定义与诊断:

(1)肥胖与肥胖持续状态:①肥胖:采用《学龄儿童青少年超重与肥胖筛查》(WS/T 586-2018)的 BMI 肥胖界值,分别将儿童基线与随访的肥胖状态划分为肥胖和非肥胖^[6];②肥胖持续状态:按照基线与随访时点是否为肥胖,将随访人群分为:持续非肥胖(基线与随访时点均为非肥胖状态)、肥胖恢复(基线肥胖但随访时点不再肥胖)、新发肥胖(基线不肥胖但随访时点肥胖)、持续肥胖(基线与随访时点均为肥胖)。

(2)心血管代谢异常:①高血压:根据“中国 3~17 岁儿童性别、年龄别和身高别血压参照标准”,SBP 和/或 DBP \geq 性别、年龄别及身高别 P_{95} 定义为高血压^[7]。②高血糖:FPG \geq 5.6 mmol/L^[8]。③血脂异常:采用“中国儿童血脂异常参考切点”的性别和年龄别的边缘升高/边缘降低切点判定高 TC、高 LDL-C、高 TG 和低 HDL-C^[9];将非 HDL-C \geq 3.75 mmol/L 定义为高非 HDL-C^[10]。将以上任 1 项血脂指标异常定义为血脂异常。④心血管代谢危险因素聚集:满足高血压、高血糖和血脂异常中任意 2 项心血管代谢异常为心血管代谢危险因素聚集。⑤心血管代谢异常发病:基线无相应心血管代谢危险因素的研究对象中,在随访期发生高血压、高血糖、血脂异常和心血管危险因素聚集。

(3)生活行为习惯:①尝试吸烟:近 1 个月吸过 \geq 1 支完整香烟。②尝试饮酒:结合 WHO“全球学校学生健康调查”相关定义,近 1 个月饮过 \geq 1 个标准量的酒(白酒 1 两/啤酒 1 听/葡萄酒 120 ml)。③身体活动充足:平均每天中等及以上强度运动 \geq 60 min^[11]。④膳食结构理想:最近 1 个月饮食习惯满足以下类别 \geq 4 项(蔬菜/水果 \geq 1 次/d;水产品 \geq 1 次/周;全谷物食品 \geq 1 次/d;豆/奶制品 \geq 1 次/d;含糖饮料 $<$ 1 次/周)^[11]。

(4)疾病家族史:①心血管疾病家族史:父母任一方患高血压、糖尿病或血脂异常者。②肥胖家族史:父母任一方肥胖,即 BMI \geq 28 kg/m²^[12]。

4. 统计学分析:采用 R 3.4.2 软件。定性资料用频数(%)描述,采用 χ^2 检验进行研究对象基本特征的组间比较。采用协变量调整后的 $\bar{x}\pm s$ 描述不同肥胖持续状态儿童心血管代谢危险因素水平及变化值,采用 LSD 方法进行组间的两两比较。其中心血管 TG 呈偏态分布,以 $P_{50}(P_{25}, P_{75})$ 描述,但通过对数转换后用于分析组间差异。采用多元 logistic 回归方程,分析混杂因素调整后,不同肥胖变化状态与心血管代谢异常发生风险的关系。同时,采用公式: $RR=OR/[1-P_0+(P_0\times OR)]$,其中 P_0 为持续非肥胖组的心血管代谢异常发病率,将 logistic 回归得到的 OR 值转换为 RR 值。由于既往研究显示^[13],性别、年龄、青春期状态、膳食、运动、吸烟、饮酒和父母心血管疾病及肥胖史均为儿童肥胖与心血管代谢异常发生发展的重要影响因素。为了解肥胖变化状态对心血管代谢异常发生的独立影响,故将性别、基线年龄、基线和随访时的青春期状态、膳食、运动、吸烟、饮酒,心血管疾病家族史和肥胖家族史作为协变量纳入以上协方差与多元 logistic 回归的分析。此外,为检验不同性别和年龄分组的效应值是否存在差异,在总人群分析的基础上进一步按照性别和基线年龄组进行分层分析,并检验性别/基线年龄与不同肥胖变化状态交互作用。所有分析均以双侧检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 基本特征:按照基线与随访时点是否肥胖将队列人群分为 4 组(表 1),随访 2 年期间,共 368 名基线非肥胖儿童变为肥胖,人群新发肥胖率为 3.2%(95%CI: 2.9%~3.5%),年均肥胖发生率为 1.6%(95%CI: 1.4%~1.8%)。此外,有 505 名肥胖儿童恢复为非肥胖,肥胖恢复率为 4.4%(95%CI: 4.0%~4.8%),而绝大多数基线肥胖儿童呈持续肥胖状态(80.0%)。不同肥胖状态变化儿童的性别、基线年龄、心血管疾病家族史、肥胖家族史、出现初潮/遗精、身体活动充足和基线尝试饮酒的比例差异有统计学意义($P<0.01$)。其中,持续肥胖组儿童的男性、心血管疾病家族史和肥胖家族史比例最高,而基线身体活动充足和尝试饮酒比例最低。

2. 不同肥胖持续状态儿童的心血管代谢危险

表 1 队列人群的基本特征(%)

特征指标	持续非肥胖(<i>n</i> =8 482)	肥胖恢复(<i>n</i> =505)	新发肥胖(<i>n</i> =368)	持续肥胖(<i>n</i> =2 024)	<i>P</i> 值 ^a
男性	4 580(46.0)	253(50.0)	146(60.3)	760(62.5)	<0.01
基线年龄(岁)					
6~11	4 159(49.0)	226(44.8)	231(62.8)	1 145(56.6)	<0.01
12~16	4 323(51.0)	279(55.2)	137(37.2)	879(43.4)	
心血管疾病家族史	2 411(31.1)	176(38.4)	121(37.0)	738(40.2)	<0.01
肥胖家族史	2 796(36.0)	222(47.0)	175(51.9)	1 102(58.4)	<0.01
出现初潮/遗精					
基线	2 551(30.1)	162(32.1)	71(19.3)	434(21.4)	<0.001
随访	3 228(38.1)	217(43.0)	96(26.1)	588(29.1)	<0.001
身体活动充足					
基线	492(5.8)	21(4.2)	17(4.6)	69(3.4)	<0.001
随访	318(3.9)	17(3.4)	9(2.5)	73(3.8)	0.606
膳食结构理想					
基线	1 648(19.8)	96(19.4)	68(18.9)	383(19.2)	0.924
随访	1 900(22.8)	116(23.3)	90(25.1)	401(20.4)	0.067
尝试吸烟					
基线	87(1.0)	4(0.8)	2(0.5)	22(1.1)	0.755
随访	154(1.8)	8(1.6)	5(1.4)	43(2.2)	0.645
尝试饮酒					
基线	578(6.8)	38(7.5)	22(6.0)	98(4.9)	0.010
随访	866(10.4)	54(10.9)	34(9.4)	219(11.1)	0.719

注:^a采用 χ^2 检验比较不同肥胖状态人群的特征指标的构成差异

因素水平及变化:采用协方差分析校正混杂因素后发现:基线时,肥胖恢复组、新发肥胖组和持续肥胖组的SBP、DBP、FPG、TG、LDL-C、非HDL-C水平均较持续非肥胖组偏高(均 $P<0.05$),HDL-C水平偏低;而随访时,未发现FPG和LDL-C在肥胖恢复组与非肥胖组的统计学差异。此外,除FPG和TG外,不同肥胖持续状态儿童的各项心血管代谢指标均较基线升高。其中,与非肥胖组相比,新发肥胖组和持续肥胖组的各项心血管代谢指标(HDL-C除外)的增长值均较高,而肥胖恢复组的SBP、LDL-C和非HDL-C均较低(均 $P<0.05$)。见表2。

3. 不同肥胖持续状态儿童的心血管代谢异常发生风险:随访调查发现,除高非HDL-C和血脂异常,持续肥胖组的各项心血管代谢异常发生率最高,其中高血压新发率最高(26.3%)。控制混杂因素后,多因素回归分析结果显示:以持续非肥胖组为参照,持续肥胖组和新发肥胖组的各项心血管代谢异常发生风险均增加,而肥胖恢复组仅高血压($RR=1.94, 95\%CI: 1.42\sim 2.55$)和心血管代谢危险因素聚集($RR=1.84, 95\%CI: 1.07\sim 2.93$)风险增加,其余心血管代谢异常的风险与持续非肥胖组接近,差

异无统计学意义。见表3。

4. 性别和年龄分层下不同肥胖持续状态儿童的心血管代谢异常发生风险:肥胖持续状态与心血管代谢异常的发病风险在性别和年龄分组下存在差异。与男童相比,女童持续肥胖组高血压的发生风险偏高(交互 $P=0.038$),而血脂异常发生风险偏低(交互 $P=0.015$);且女童新发肥胖组的高血糖风险低于男童(交互 $P=0.046$)。见图1。不同基线年龄分组下,仅发现6~11岁儿童肥胖恢复组的高血压发生风险($RR=2.87, 95\%CI: 1.89\sim 4.10$)高于12~16岁儿童($RR=1.38, 95\%CI: 0.86\sim 2.07$),差异有统计学意义(交互 $P=0.017$),而未发现其他肥胖持续状态与心血管代谢异常发生风险的年龄组间差异。见图2。

讨 论

本研究采用前瞻性队列研究方法分析了北京地区6~16岁学龄儿童2年后的肥胖新发率及不同肥胖持续状态儿童的心血管代谢异常的罹患风险。结果发现,北京地区学龄儿童肥胖的2年累计发病

表 2 不同肥胖持续状态儿童心血管代谢危险因素水平及变化($\bar{x}\pm s$)

心血管代谢指标	随访期间肥胖状态				P 值 ^a
	持续非肥胖($n=8\ 482$)	肥胖恢复($n=505$)	新发肥胖($n=368$)	持续肥胖($n=2\ 024$)	
SBP					
基线	107.8±0.1	115.0±0.5 ^b	112.6±0.5 ^b	116.0±0.2 ^b	<0.01
随访	110.3±0.1	115.4±0.5 ^b	116.7±0.6 ^b	119.6±0.2 ^b	<0.01
变化值	2.4±0.1	0.4±0.5 ^b	4.2±0.6 ^{b,c}	3.6±0.2 ^{b,c}	<0.01
DBP					
基线	59.9±0.1	61.2±0.3 ^b	60.7±0.4 ^b	61.7±0.2 ^b	<0.01
随访	61.5±0.1	62.5±0.4 ^b	63.2±0.4 ^b	63.8±0.2 ^b	<0.01
变化值	1.5±0.1	1.4±0.4 ^c	2.5±0.5 ^{b,c}	2.2±0.2 ^{b,c}	<0.01
FPG					
基线	5.13±0.01	5.18±0.02 ^b	5.20±0.02 ^b	5.21±0.01 ^b	<0.01
随访	5.12±0.01	5.14±0.02	5.21±0.02 ^b	5.20±0.01 ^b	<0.01
变化值	-0.02±0.01	-0.04±0.02	0.003±0.03	-0.01±0.01	0.551
TC					
基线	3.91±0.01	3.88±0.04	3.93±0.04	3.96±0.02 ^b	0.033
随访	4.02±0.01	3.96±0.04	4.11±0.04 ^b	4.06±0.02 ^b	<0.01
变化值	0.11±0.01	0.05±0.03	0.19±0.04 ^{b,c}	0.10±0.02 ^c	0.024
TG ^d					
基线	0.66(0.48, 0.88)	0.83(0.59, 1.09) ^b	0.76(0.57, 1.05) ^b	0.92(0.66, 1.29) ^b	<0.01
随访	0.59(0.44, 0.81)	0.65(0.47, 0.88) ^b	0.85(0.60, 1.24) ^b	0.89(0.64, 1.27) ^b	<0.01
变化值	-0.07(-0.28, 0.14)	-0.19(-0.40, 0.09) ^b	0.08(-0.18, 0.36) ^b	-0.06(-0.33, 0.26) ^b	<0.01
LDL-C					
基线	2.16±0.01	2.26±0.03 ^b	2.27±0.03 ^b	2.35±0.02 ^b	<0.01
随访	2.20±0.01	2.23±0.03	2.45±0.04 ^b	2.49±0.02 ^b	<0.01
变化值	0.05±0.01	-0.04±0.02 ^b	0.19±0.03 ^{b,c}	0.14±0.01 ^{b,c}	<0.01
HDL-C					
基线	1.46±0.004	1.27±0.02 ^b	1.32±0.02 ^b	1.23±0.01 ^b	<0.01
随访	1.48±0.003	1.37±0.01 ^b	1.31±0.02 ^b	1.26±0.01 ^b	<0.01
变化值	0.02±0.003	0.09±0.01 ^c	-0.01±0.02 ^b	0.03±0.01 ^{b,c}	<0.01
非 HDL-C					
基线	2.45±0.01	2.61±0.03 ^b	2.61±0.04 ^b	2.74±0.02 ^b	<0.01
随访	2.54±0.01	2.58±0.03 ^b	2.80±0.04 ^b	2.81±0.02 ^b	<0.01
变化值	0.09±0.01 ^c	-0.04±0.03 ^b	0.20±0.03 ^{b,c}	0.07±0.01 ^c	<0.01

注:^a比较随访和变化值的组间差异,调整性别、基线年龄、基线和随访的青春期状态、膳食、运动、吸烟、饮酒,以及心血管疾病家族史和肥胖家族史;而比较基线心血管代谢指标的组间差异时,调整性别和基线相应指标;^b与持续非肥胖组相比,差异有统计学意义($P<0.05$);^c变化值与0相比,差异有统计学意义($P<0.05$);^dTG用 $P_{50}(P_{25}, P_{75})$ 表示;且通过对数转换后用于分析组间差异

率为3.2%。肥胖儿童中,仅20%儿童恢复非肥胖,而80%的儿童持续肥胖。此外,与持续非肥胖儿童相比,新发肥胖组和持续肥胖组儿童的高血压、高血糖、血脂异常及心血管代谢危险因素聚集的风险均显著增加,而肥胖恢复组儿童的大多数心血管代谢异常的发生风险与持续非肥胖儿童无差异。

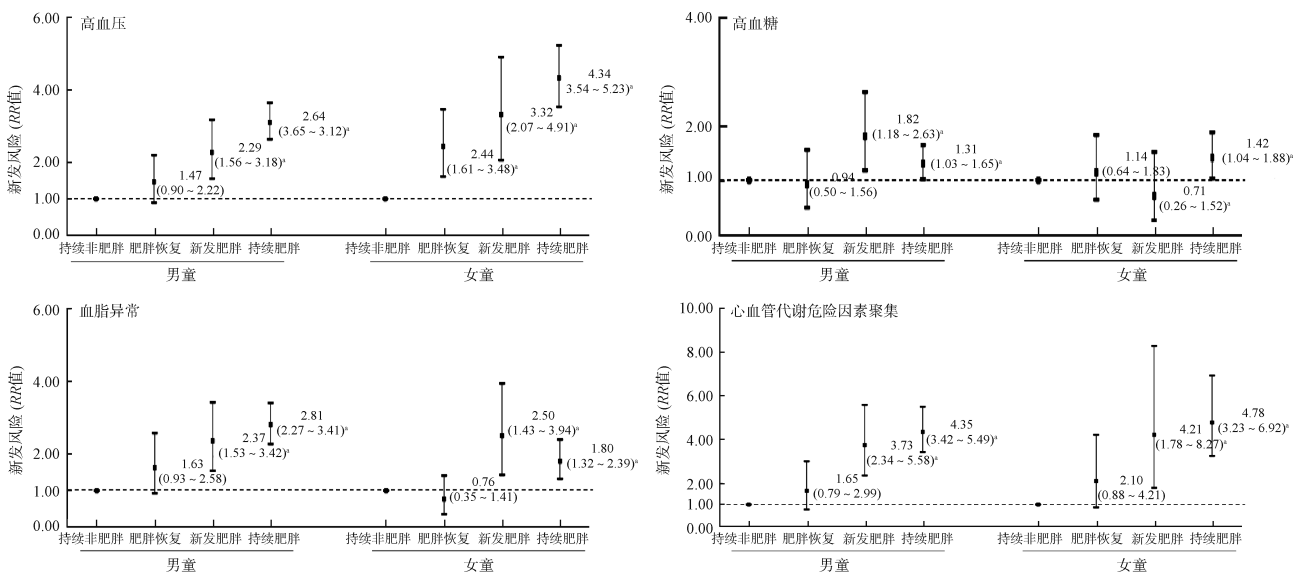
既往国内儿童肥胖相关研究多基于横断面调查,而对于儿童肥胖发病与肥胖状态的变化报道较少。2013-2014年,一项在国内开展的多中心儿童肥胖干预项目对其自然对照人群($n=21\ 796$,男童占47.1%)的9个月随访结果显示^[14],6~17岁儿童

的超重肥胖累计发病率为2.77%(95%CI: 2.55%~2.99%)。而本研究中来自北京地区自然人群的2年肥胖累计发病率为3.2%,累计超重肥胖率约为8.9%(结果未显示),高于全国结果。类似地,横断面调查中也发现北京地区及华北地区的儿童肥胖率远高于全国平均水平^[2]。同时,本研究发现,新发肥胖儿童中低龄组(6~11岁)比例较高(62.8%),且一半以上具有肥胖家族史。上述结果凸显了近年北京地区肥胖问题的井喷式增长与低龄化蔓延,亟待政府等各类部门制定切实有效的肥胖防治策略,实现慢病防治的关口前移。

表 3 不同肥胖持续状态儿童各项心血管代谢异常发生风险^a

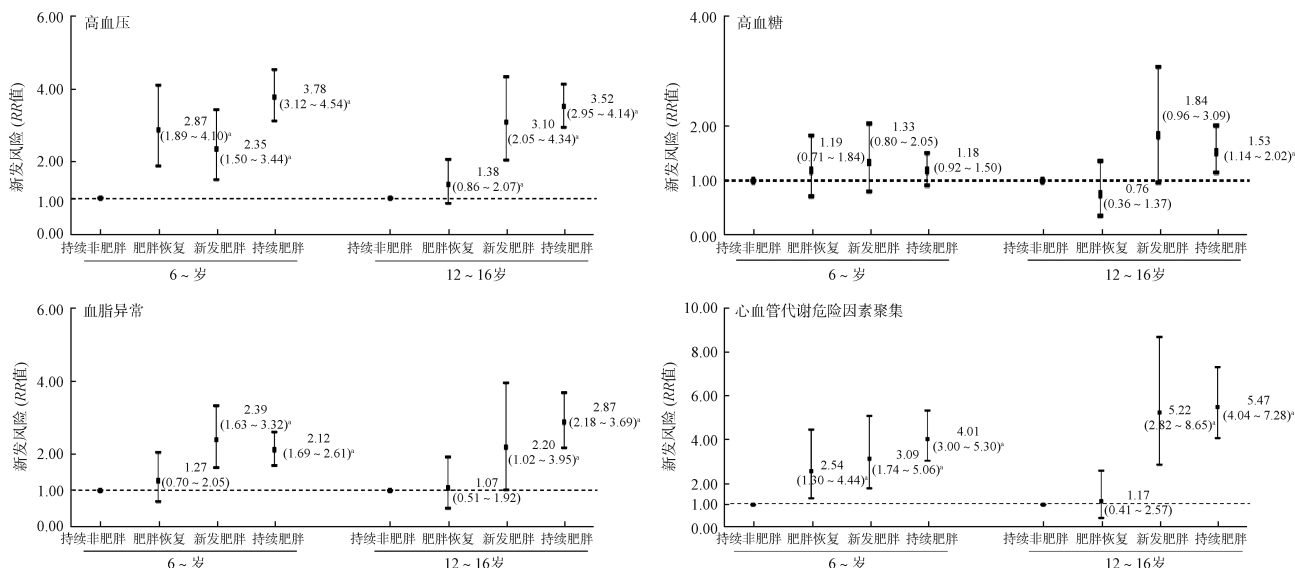
心血管代谢异常	持续非肥胖	肥胖恢复	新发肥胖	持续肥胖
高血压				
发病人数(%)	513(7.0)	48(13.3)	57(20.1)	360(26.3)
RR 值(95%CI)	1.00	1.94(1.42~2.55) ^b	2.68(1.99~3.48) ^b	3.59(3.15~4.06) ^b
高血糖				
发病人数(%)	534(7.6)	37(8.9)	34(11.1)	181(11.2)
RR 值(95%CI)	1.00	1.04(0.69~1.48)	1.43(0.97~2.02)	1.34(1.11~1.61) ^b
高 TC				
发病人数(%)	213(2.8)	13(2.9)	18(5.3)	54(2.9)
RR 值(95%CI)	1.00	0.96(0.48~1.71)	1.42(0.73~2.47)	1.03(0.72~1.43)
高 TG				
发病人数(%)	93(1.2)	9(2.0)	21(6.2)	129(7.8)
RR 值(95%CI)	1.00	1.44(0.56~3.02)	5.26(3.10~8.41) ^b	5.82(4.32~7.83) ^b
高 LDL-C				
发病人数(%)	125(1.6)	4(0.9)	15(4.5)	100(5.5)
RR 值(95%CI)	1.00	0.44(0.11~1.17)	2.27(1.19~3.90) ^b	2.86(2.14~3.79) ^b
低 HDL-C				
发病人数(%)	173(2.5)	10(2.8)	19(7.0)	113(8.4)
RR 值(95%CI)	1.00	1.41(0.70~2.52)	2.45(1.33~4.10) ^b	3.23(2.47~4.18) ^b
高非 HDL-C				
发病人数(%)	245(3.3)	10(2.2)	29(8.7)	103(5.9)
RR 值(95%CI)	1.00	0.59(0.25~1.15)	2.00(1.23~3.04) ^b	1.59(1.22~2.05) ^b
血脂异常				
发病人数(%)	480(7.2)	26(7.9)	47(19.0)	211(17.9)
RR 值(95%CI)	1.00	1.17(0.75~1.72)	2.40(1.71~3.22) ^b	2.36(1.99~2.79) ^b
心血管代谢危险因素聚集				
发病人数(%)	204(2.9)	22(5.7)	33(11.0)	209(14.0)
RR 值(95%CI)	1.00	1.84(1.07~2.93) ^b	3.88(2.57~5.57) ^b	4.59(3.73~5.62) ^b

注:调整性别、基线年龄、心血管疾病和肥胖家族史,以及基线和随访两个时点的青春期状态、膳食、运动、吸烟和饮酒情况;^a排除基线时已患相应心血管代谢危险因素的研究对象;^b与持续非肥胖组相比,差异有统计学意义



注:调整性别、基线年龄、心血管疾病和肥胖家族史,以及基线和随访两个时点的青春期状态、膳食、运动、吸烟和饮酒情况;^a与持续非肥胖组相比,差异有统计学意义

图 1 性别分层下不同肥胖持续状态的心血管代谢异常发生风险



注:调整性别、基线年龄、心血管疾病和肥胖家族史,以及基线和随访两个时点的青春期状况、膳食、运动、吸烟和饮酒情况;*与持续非肥胖组相比,差异有统计学意义

图2 基线年龄分层下不同肥胖持续状态的心血管代谢异常发生风险

儿童肥胖是多种心血管代谢疾病的重要危险因素。既往队列研究显示,肥胖儿童青少年的高血压4年累计发病率可高达30%~70%^[15-16]。类似地,本研究中持续肥胖组超过四分之一2年后发生高血压,超过十分之一发生2项以上的心血管代谢异常,且新发肥胖儿童同样面临心血管代谢异常风险的增加。然而,上述心血管代谢风险并非不可逆转。国内外多项儿童-成年的队列结果显示^[17-18],儿童期超重/肥胖儿童,在成年体重恢复正常后,其高血压、血糖、血脂异常及心血管代谢危险因素聚集的发生风险均与持续非肥胖者接近。与上述结果一致,本研究也发现肥胖恢复组儿童的SBP、LDL-C和非HDL-C增长明显低于持续非肥胖儿童,且高血糖和各项血脂异常的发病风险与持续肥胖组接近。此外,与我国台湾地区的一项队列随访结果类似^[19],尽管本研究结果显示肥胖恢复组儿童的高血压和心血管代谢危险因素聚集发生风险仍高于持续非肥胖组($P < 0.01$),但上述风险已明显低于持续肥胖组(肥胖恢复组 vs. 持续肥胖组的RR值:高血压:1.94 vs. 3.59;心血管代谢危险因素聚集:1.84 vs. 4.59)。上述结果再次印证了儿童期肥胖引发的心血管代谢异常是可以通过控制体重、促进肥胖转归为非肥胖进行逆转。因此,应尽早于肥胖儿童中开展体重的综合干预与管理,降低其心血管代谢危险因素水平,以减小未来心血管疾病的发生风险。

本研究基于自然人群的大样本前瞻性队列随访数据,在获得儿童青少年肥胖新发率的同时,可

探讨不同肥胖持续状态对多种心血管代谢异常发病的影响,相较于既往横断面研究提供了更强的循证证据。本研究存在局限性。首先,研究对象来自北京市儿童,由于不同地区儿童青少年的肥胖新发特点可能具有差异,因此结论的外推性尚待验证;其次,本研究的纳入人群较排除人群的男童比例略低而基线年龄略小,可能低估/高估人群的新发肥胖率及肥胖与心血管代谢的关联。此外,尽管本研究覆盖了较多影响因素,但社会经济等多项因素并未纳入分析,且未分析上述因素的交互作用及其对不同肥胖状态儿童心血管代谢异常发生的影响^[20],仍有待未来研究进行深入探讨。

综上所述,新发肥胖和持续肥胖均可增加心血管代谢异常的发生风险,而肥胖儿童恢复为非肥胖后多种心血管代谢异常风险与持续非肥胖组无异。应建立健全全社会参与的儿童肥胖综合防控体系,以遏制儿童肥胖的上升趋势及其带来的不良影响。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突
志谢 北京市密云区中小学卫生保健所(王莲革、尹钱、崔海洪、聂长琳);北京市通州区中小学卫生保健所(李建辉、韩卫民、王景波);北京市房山区中小学卫生保健所(林宁翔、高素梅);北京市东城区中小学卫生保健所(陈海华、石晓燕、陈春宇、付鹏翀);首都儿科研究所(王文鹏);北京市教育委员会(宋玉珍);参加项目的所有学生及家长

参 考 文 献

[1] 国家心血管病中心. 中国心血管病报告-2018[M]. 北京:中国大百科全书出版社, 2019.

- National Center for Cardiovascular Disease. Report on Cardiovascular Diseases in China 2018[M]. Beijing: China Encyclopedia of China Publishing House, 2019.
- [2] 王烁,董彦会,王政和,等. 1985-2014 年中国 7~18 岁学生超重与肥胖流行趋势[J]. 中华预防医学杂志, 2017, 51(4): 300-305. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2017.04.005. Wang S, Dong YH, Wang ZH, et al. Trends in overweight and obesity among Chinese children of 7-18 years old during 1985-2014[J]. Chin J Prev Med, 2017, 51(4): 300-305. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2017.04.005.
- [3] Dong YH, Ma J, Song Y, et al. Secular trends in blood pressure and overweight and obesity in Chinese boys and girls aged 7 to 17 years from 1995 to 2014[J]. Hypertension, 2018, 72(2): 298-305. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.11291.
- [4] 程红,陈芳芳,叶佩玉,等. 2013-2015 年中国 7 城市 6~17 岁儿童青少年心血管代谢危险因素流行特征[J]. 中华预防医学杂志, 2018, 52(11): 1130-1135. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2018.11.007. Cheng H, Chen FF, Ye PY, et al. Characteristics of cardiometabolic risk factors of children and adolescents aged 6-17 years in seven cities in China from 2013 to 2015[J]. Chin J Prev Med, 2018, 52(11): 1130-1135. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2018.11.007.
- [5] 侯冬青,高爱钰,朱忠信,等. 儿童青少年心血管与骨健康促进项目基线特征[J]. 中华预防医学杂志, 2018, 52(11): 1117-1123. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2018.11.005. Hou DQ, Gao AY, Zhu ZX, et al. The baseline characteristics of school-based cardiovascular and bone health promotion program in Beijing[J]. Chin J Prev Med, 2018, 52(11): 1117-1123. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2018.11.005.
- [6] 国家卫生和计划生育委员会. WS/T 586-2018 学龄儿童青少年超重与肥胖筛查[S]. 北京:中国标准出版社, 2018. National Health and Family Planning Commission. WS/T 586-2018 Screening for overweight and obesity among school-age children and adolescents[S]. Beijing: China Standards Press, 2018.
- [7] 范晖,闫银坤,米杰. 中国 3~17 岁儿童性别、年龄别和身高别血压参照标准[J]. 中华高血压杂志, 2017, 25(5): 428-435. DOI:10.16439/j.cnki.1673-7245.2017.05.009. Fan H, Yan YK, Mi J. Updating blood pressure references for Chinese children aged 3-17 years[J]. Chin J Hyper, 2017, 25(5): 428-435. DOI: 10.16439/j.cnki.1673-7245.2017.05.009.
- [8] Alberti KGMM, Eckel RH, Grundy SM, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity[J]. Circulation, 2009, 120(16): 1640-1645. DOI: 10.1161/circulationaha.109.192644.
- [9] 肖培,程红,侯冬青,等. 中国儿童青少年血脂异常诊断切点的比较研究[J]. 中华流行病学杂志, 2020, 41(1): 62-67. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.01.012. Xiao P, Cheng H, Hou DQ, et al. A comparative study on diagnostic cut points of dyslipidemia in children and adolescents in China[J]. Chin J Epidemiol, 2020, 41(1): 62-67. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.01.012.
- [10] Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report[J]. Pediatrics, 2011, 128 Suppl 5: S213-256. DOI:10.1542/peds.2009-2107C.
- [11] Steinberger J, Daniels SR, Hagberg N, et al. Cardiovascular health promotion in children: challenges and opportunities for 2020 and beyond: a scientific statement from the American Heart Association[J]. Circulation, 2016, 134(12): e236-255. DOI:10.1161/CIR.0000000000000441.
- [12] 周北凡. 我国成人体重指数和腰围对相关疾病危险因素异常的预测价值: 适宜体重指数和腰围切点的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2002, 23(1): 5-10. DOI: 10.3760/j.issn:0254-6450.2002.01.003. Zhou BF. Predictive values of body mass index and waist circumference to risk factors of related diseases in Chinese adult population[J]. Chin J Epidemiol, 2002, 23(1): 5-10. DOI: 10.3760/j.issn:0254-6450.2002.01.003.
- [13] Garvey WT, Mechanick JI, Brett EM, et al. American association of clinical endocrinologists and American college of endocrinology comprehensive clinical practice guidelines for medical care of patients with obesity[J]. Endocr Pract, 2016, 22(7): 842-884. DOI: 10.4158/EP161356.ESGL.
- [14] Cai L, Dai MX, Lin LZ, et al. Incidence of childhood overweight and obesity and its association with weight-related attitudes and behaviors in China: a national longitudinal study[J]. Int J Behav Nutr Phys Act, 2018, 15: 108. DOI:10.1186/s12966-018-0737-6.
- [15] 程红,闫银坤,段佳丽,等. 儿童肥胖对高血压发病率影响的随访研究[J]. 中华预防医学杂志, 2011, 45(8): 696-701. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2011.08.006. Cheng H, Yan YK, Duan JL, et al. Association between obesity in childhood and hypertension incidence: a prospective cohort study[J]. Chin J Prev Med, 2011, 45(8): 696-701. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2011.08.006.
- [16] Wang J, Zhu YN, Jing J, et al. Relationship of BMI to the incidence of hypertension: a 4 years' cohort study among children in Guangzhou, 2007-2011[J]. BMC Public Health, 2015, 15: 782. DOI:10.1186/s12889-015-1997-6.
- [17] Juonala M, Magnussen CG, Berenson GS, et al. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors[J]. N Engl J Med, 2011, 365(20): 1876-1885. DOI:10.1056/NEJMoa1010112.
- [18] Fan H, Zhu Q, Zhang XY. Child excess weight status, adult excess weight status, and cardiometabolic risk profile[J]. Front Pediatr, 2020, 8: 301. DOI: 10.3389/fped.2020.00301.
- [19] Su TC, Liao CC, Chien KL, et al. An overweight or obese status in childhood predicts subclinical atherosclerosis and prehypertension/hypertension in young adults[J]. J Atheroscler Thromb, 2014, 21(11): 1170-1182. DOI: 10.5551/jat.25536.
- [20] Hauger H, Groth MV, Ritz C, et al. Socio-economic differences in cardiometabolic risk markers are mediated by diet and body fatness in 8- to 11-year-old Danish children: a cross-sectional study[J]. Public Health Nutr, 2016, 19(12): 2229-2239. DOI: 10.1017/S1368980015003766.