

· 儿童期心血管病危险因素 ·

儿童腹型肥胖及其肥胖类型与颈动脉内中膜厚度的关系

马传伟¹ 羊柳¹ 赵敏² 席波¹¹山东大学齐鲁医学院公共卫生学院流行病学系/山东大学儿童心血管研究中心, 济南 250012; ²山东大学齐鲁医学院公共卫生学院毒理与营养学系, 济南 250012

通信作者: 席波, Email: xibo2010@sdu.edu.cn

【摘要】 目的 探讨儿童腹型肥胖及其肥胖类型与颈动脉内中膜厚度(cIMT)的关系, 为儿童心血管结构异常的防治提供科学依据。**方法** 数据来源于2017年11月至2018年1月在山东省淄博市桓台县开展的“儿童心血管健康队列”基线调查数据。本研究纳入性别、年龄、体测指标、血生化指标和问卷调查变量等信息完整的儿童1 240名(男生657人, 占53.0%)。采用协方差分析比较正常腰围组、腹型肥胖前期组和腹型肥胖组儿童的cIMT水平, 采用logistic回归模型分析腹型肥胖前期、腹型肥胖与cIMT增厚(以性别、年龄别的 P_{95} 为界值点)及外周型超重/肥胖与腹型肥胖或前期的联合作用与cIMT增厚的关系。**结果** 腹型肥胖前期组、腹型肥胖组cIMT水平高于正常腰围组(0.47 ± 0.03 、 0.50 ± 0.04 vs. 0.45 ± 0.05)mm, 差异有统计学意义($P < 0.001$)。腹型肥胖前期组、腹型肥胖组cIMT增厚检出率高于正常腰围组(20.8%、49.5% vs. 8.8%, $P < 0.001$)。调整各种潜在协变量后, 与正常腰围相比, 腹型肥胖前期、腹型肥胖与cIMT增厚存在关联(腹型肥胖前期: $OR = 2.53$, 95%CI: 1.67 ~ 3.84; 腹型肥胖: $OR = 8.56$, 95%CI: 5.97 ~ 12.29)。与BMI和腰围均正常者相比, 仅腹型肥胖或前期和混合型超重/肥胖均与cIMT增厚存在关联(仅腹型肥胖或前期: $OR = 2.24$, 95%CI: 1.36 ~ 3.69; 混合型超重/肥胖: $OR = 6.94$, 95%CI: 4.87 ~ 9.90)。**结论** 儿童腹型肥胖与cIMT增厚存在较强关联, 混合型超重/肥胖与cIMT增厚的关联性更强。提示儿童心血管结构异常的防治, 应当考虑混合型超重/肥胖的重要性。

【关键词】 腹型肥胖; 颈动脉内中膜厚度; 儿童**基金项目:** 国家自然科学基金(81673195)

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200225-00171

Association of abdominal obesity and obesity types with carotid intima-media thickness in children in China

Ma Chuanwei¹, Yang Liu¹, Zhao Min², Xi Bo¹¹Department of Epidemiology, School of Public Health, Cheeloo College of Medicine, Shandong University/Children Cardiovascular Research Center of Shandong University, Ji'nan 250012, China; ²Department of Toxicology and Nutrition, School of Public Health, Cheeloo College of Medicine, Shandong University, Ji'nan 250012, China

Corresponding author: Xi Bo, Email: xibo2010@sdu.edu.cn

【Abstract】 Objective To evaluate the association of abdominal obesity and obesity types with carotid intima-media thickness (cIMT) in children and provide scientific evidence for the prevention of abnormal vascular structure. **Methods** Based on the “Children’s Cardiovascular Health Cohort” conducted in Huantai county of Zibo, Shandong province from November 2017 to January 2018, a total of 1 240 children, including 657 boys (53.0%), who had completed data of sex, age, physical examinations, blood biochemical indices and lifestyle variables (collected by questionnaires) were included for the analysis. Covariance analysis was used to compare the levels of cIMT in groups with normal waist circumference, pre-abdominal obesity and abdominal obesity. Logistic regression analysis was used to evaluate the association of pre-abdominal obesity and abdominal obesity with high cIMT, and the association of combined effect of general overweight or obesity and abdominal obesity or pre-abdominal obesity with high cIMT. **Results** The levels of cIMT in children with pre-abdominal obesity (0.47 ± 0.03) mm and abdominal obesity (0.50 ± 0.04) mm were higher than that in children with normal waist circumference (0.45 ± 0.05) mm, the difference was significant ($P < 0.001$). The detection rates of high cIMT in children with pre-abdominal obesity

(20.8%) and abdominal obesity (49.5%) were higher than that in children with normal waist circumference (8.8%), the difference was significant ($P<0.001$). Compared with normal waist circumference, pre-abdominal obesity and abdominal obesity were significantly associated with high cIMT (pre-abdominal obesity: $OR=2.53$, 95% CI : 1.67–3.84; abdominal obesity: $OR=8.56$, 95% CI : 5.97–12.29) after adjustment for potential covariates. Compared with normal body mass index and normal waist circumference, abdominal obesity or pre-abdominal obesity alone ($OR=2.24$, 95% CI : 1.36–3.69), and mixed overweight and obesity ($OR=6.94$, 95% CI : 4.87–9.90) were significantly associated with high cIMT. **Conclusions** The association between abdominal obesity and high cIMT was significant in children, and the association was stronger between mixed overweight or obesity and high cIMT, suggesting that we should consider mixed overweight and obesity in the prevention of abnormal vascular structure.

【Key words】 Abdominal obesity; Carotid intima-media thickness; Children

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81673195)

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200225-00171

儿童超重/肥胖已成为重要的公共卫生问题^[1]。《中国儿童肥胖报告(2017)》指出,我国学龄儿童超重/肥胖率由1985年的2.6%增加至2014年的19.5%^[2]。研究表明,儿童超重/肥胖增加近期靶器官损害^[3]和远期心血管疾病的风险^[4]。已有研究发现,与正常体重儿童相比,超重/肥胖儿童(基于BMI判定)的颈动脉内中膜厚度(carotid intima-media thickness, cIMT)水平和cIMT增厚检出率均较高^[5],这与国外的研究结果一致^[3]。但是鲜有研究报告腹型肥胖与儿童期心血管指标的关系。基于BMI判定的全身性肥胖,不能区分肌肉组织和脂肪组织,也不能区分脂肪的分布情况。而腹型肥胖表示脂肪组织在腹部皮下及器官的聚集性。成年人研究表明,腹型肥胖预测心血管病结局的效果优于BMI判定的全身性肥胖^[6]。尽管在儿童中,BMI、腰围和腰围身高比与血生化指标的关联性相当^[7]。本研究旨在探讨儿童腹型肥胖以及外周型超重/肥胖与腹型肥胖或前期的联合作用与亚临床心血管指标——cIMT的关系,为儿童心血管结构异常的防治提供科学依据。

对象与方法

1. 研究对象:数据来源于2017年11月至2018年1月在山东省淄博市桓台县开展的“儿童心血管健康队列”基线调查数据。采用方便整群抽样的方法,在桓台县某所公立小学选取1 516名6~11岁儿童,进行身体测量、问卷调查和心血管超声指标检测。本研究纳入性别、年龄、体测指标、血生化指标和生活方式变量等信息完整的儿童共计1 240名。本研究通过山东大学公共卫生学院伦理委员会批准(批准文号:20160308),并获得所有调查儿童及家长的书面知情同意。

2. 研究方法:

(1)身体检查:身高体重测量,要求受试者穿轻薄衣衫脱鞋帽,站立于HGM-300超声身高体重仪

上,读取身高和体重数值,并计算 $BMI(kg/m^2)=\text{体重}/\text{身高}^2$ 。腰围测量采用标准的非弹性皮尺,在受试者脐上1 cm处,轻贴皮肤水平环绕1周于呼气末读数,每名受试者测量2次,取2次均值。血压测量采用欧姆龙HEM-7012电子血压计(经临床验证,准确性较高)^[8],每名受试者至少测量3次,要求任意2次间相差不超过4 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),取后2次均值用于分析。

(2)问卷调查:包括调查对象的体力活动、睡眠时间、视屏时间、蔬菜水果摄入和碳酸饮料摄入等。

(3)生化指标:要求调查对象至少空腹10 h,抽取5 ml静脉血,采用AU480型全自动生化分析仪检测。其中血糖检测采用葡萄糖氧化酶法,HDL-C检测采用直接法-过氧化氢酶清除法,TG检测采用甘油磷酸氧化酶-过氧化物酶法。

(4)cIMT测量:采用飞利浦CX30型彩色多普勒超声诊断仪,由1名有资质的超声科医生进行测量,受试者取仰卧位,测量时要求受试者头偏向对侧以充分暴露颈部。采用L12-4型线阵探头,频率为4~12 MHz,于颈总动脉窦部近心端(1.0~1.5 cm)沿长轴方向5 mm处测量收缩期内膜表面到中膜外表面的垂直距离,分别测量左右两侧前壁和后壁cIMT,并计算平均cIMT值[(左前壁厚度+右前壁厚度+左后壁厚度+右后壁厚度)/4]。

3. 质量控制:所有调研人员均进行统一规范培训,并进行考核。所有测量仪器在使用前均进行测试和校正。cIMT的测量全部由1名专业的超声科医生进行。测量之前,选取20名研究对象,由1名质控的超声医生和1名检测的超声医生分别进行测量,测量值相关系数为0.94。所有测量数据均采用EpiData软件进行双人双录入,并进行一致性检验,若发现问题则及时进行纠正。

4. 诊断标准:儿童超重、肥胖判定:采用李辉等^[9]制定的2~18岁中国儿童青少年BMI参照界值,即

BMI≥性别和年龄别的超重和肥胖界值点[与成年人超重(BMI≥24.0 kg/m²)和肥胖(BMI≥28.0 kg/m²)接轨法]。儿童腹型肥胖的判定:7~11 岁采用马冠生等^[10]制定的中国 7~18 岁儿童青少年腰围界值标准,即腰围≥性别和年龄别 P_{90} 判定为腹型肥胖,腰围介于 P_{75} 和 P_{90} 之间判定为腹型肥胖前期;6 岁儿童腹型肥胖和前期的判定采用北京市 6 岁儿童腰围界值^[11]。血压偏高判定:采用《2018 年中国高血压指南》推荐的 3~17 岁中国儿童青少年性别、年龄别和身高别血压 P_{95} 界值点进行判定^[12]。结合 BMI 和腰围判定的超重/肥胖状态将超重/肥胖类型分为仅外周型超重/肥胖(基于 BMI 判定为超重/肥胖但基于腰围判定为正常腰围)、仅腹型肥胖或前期(基于腰围判定为腹型肥胖或前期但基于 BMI 判定为正常体重)和混合型超重/肥胖(基于 BMI 判定为超重/肥胖且基于腰围判定为腹型肥胖或前期)。cIMT 增厚的判定基于 6~11 岁儿童 cIMT 参考值^[13],即 cIMT≥性别、年龄别 P_{95} 判定为 cIMT 增厚。血糖偏高判定:FPG≥5.6 mmol/L;TG 偏高: TG≥1.47 mmol/L;HDL-C 偏低: HDL-C<1.03 mmol/L^[14]。经常摄入碳酸饮料定义为每周摄入超过 1 次;经常摄入蔬菜水果定义为每天摄入超过 5 份,体力活动充足定义为每天运动时间(包括高强度、中等强度和步行时间)超过 1 h^[15]。

5. 统计学分析:采用 SPSS 16.0 软件进行统计学分析。连续性资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,性别组间比较采用 t 检验。不同腰围分组 cIMT 水平的比较采用协方差分析,调整性别、年龄、蔬菜水果摄入、碳酸饮料摄入、体力活动、血压、TG、HDL-C、血糖、睡眠时间和视屏时间。采用趋势 χ^2 检验探讨随腰围水平的增加,cIMT 增厚检出率的变化趋势。调整各种潜在的协变量,采用 logistic 回归模型分析腹型肥胖及外周型超重/肥胖与腹型肥胖或前期的联合作用与 cIMT 增厚的关系。采取双侧检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 基本特征:共纳入 1 240 名 6~11 岁儿童,男生为 657 人(53.0%)。男生身高、体重、BMI、

腰围、SBP、血糖、HDL-C、cIMT、超重/肥胖率、睡眠时间、碳酸饮料摄入频率均高于女生,TG 和蔬菜水果摄入频率均低于女生,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表 1。

2. 不同腰围分组儿童 cIMT 水平及增厚检出率比较:调整性别、年龄、血压、血生化指标和生活方式等协变量,结果显示,腹型肥胖前期、腹型肥胖儿童 cIMT 的水平高于正常腰围儿童($0.47 \pm 0.03, 0.50 \pm 0.04$ vs. 0.45 ± 0.05)mm,差异有统计学意义($P<0.001$)。按照性别进行分层分析,男女生结果与合计类似。随着腰围水平的增加,cIMT 增厚检出率呈增加趋势(正常腰围:8.8%;腹型肥胖前期:20.8%;腹型肥胖:49.5%),差异有统计学意义($P<0.001$)。见表 2。

3. 儿童腹型肥胖与 cIMT 增厚的关联分析:调整性别、年龄、血压、血生化指标和生活方式等协变量,与正常腰围相比,腹型肥胖前期和腹型肥胖均与 cIMT 增厚存在关联(腹型肥胖前期: $OR=2.53$, 95% $CI: 1.67 \sim 3.84$;腹型肥胖: $OR=8.56$, 95% $CI: 5.97 \sim 12.29$)。按性别进行分层分析,结果与合计类似。见表 3。

4. 儿童外周型超重/肥胖与腹型肥胖或前期的联合作用与 cIMT 增厚的关系:调整性别、年龄、血压、生活方式和血生化指标等协变量,与 BMI 和腰围均正常者相比,仅腹型肥胖或前期和混合型超重/肥胖均与 cIMT 增厚存在关联(仅腹型肥胖或前期: $OR=2.24$, 95% $CI: 1.36 \sim 3.69$;混合型超重/肥胖:

表 1 研究对象基本特征

特 征	合计($n=1\ 240$)	男生($n=657$)	女生($n=583$)	t/χ^2 值	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	8.9±1.5	8.9±1.5	8.9±1.5	0.92	0.360
身高(cm, $\bar{x} \pm s$)	136.1±10.8	136.8±10.4	135.4±11.1	2.20	0.028
体重(kg, $\bar{x} \pm s$)	34.4±10.5	35.6±10.9	33.0±9.8	4.47	<0.001
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	18.2±3.5	18.7±3.6	17.6±3.2	5.26	<0.001
腰围(cm, $\bar{x} \pm s$)	62.9±9.8	64.7±10.3	60.8±8.7	7.29	<0.001
SBP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	106.3±9.2	107.2±9.0	105.2±9.3	3.94	<0.001
DBP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	63.6±6.7	63.4±6.6	63.9±6.9	-1.30	0.193
血糖(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	4.68±0.60	4.74±0.58	4.62±0.61	3.67	<0.001
TG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	0.89±0.40	0.86±0.40	0.92±0.39	-3.02	0.003
HDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.66±0.35	1.68±0.36	1.64±0.34	2.06	0.040
cIMT(mm, $\bar{x} \pm s$)	0.47±0.08	0.49±0.08	0.45±0.07	8.39	<0.001
体重状态				6.28	0.043
超重	235(19.0)	133(20.2)	102(17.5)		
肥胖	268(21.6)	155(23.6)	113(19.4)		
腰围分组				0.24	0.888
腹型肥胖前期	259(20.9)	137(20.9)	122(20.9)		
腹型肥胖	376(30.3)	203(30.9)	173(29.7)		
血压偏高	190(15.3)	101(15.4)	89(15.3)	0.00	0.958
血糖偏高	89(7.2)	52(7.9)	37(6.3)	1.14	0.286
TG 偏高	105(8.5)	50(7.6)	55(9.4)	1.33	0.250
HDL-C 偏低	19(1.5)	11(1.7)	8(1.4)	0.19	0.666
睡眠时间(h/d, $\bar{x} \pm s$)	9.3±0.5	9.4±0.5	9.3±0.5	2.16	0.031
视屏时间(h/d, $\bar{x} \pm s$)	0.8±0.7	0.9±0.7	0.8±0.7	1.33	0.183
经常摄入碳酸饮料	81(6.5)	55(8.4)	26(4.5)	7.74	0.005
经常摄入蔬菜水果	236(19.0)	103(15.7)	133(22.8)	9.74	0.002
体力活动充足	567(45.7)	306(46.6)	261(44.8)	0.41	0.524

注:括号外数据为人数,括号内数据为百分比(%);cIMT:颈动脉内中膜厚度

表 2 不同腰围分组儿童 cIMT 水平及增厚检出率比较

性别	正常腰围 (n=605)	腹型肥胖前期 (n=259)	腹型肥胖 (n=376)	F/χ^2 值	P 值
cIMT 水平(mm, $\bar{x} \pm s$)					
合计	0.45 ± 0.05	0.47 ± 0.03	0.50 ± 0.04	143.22	<0.001
男生	0.47 ± 0.04	0.48 ± 0.04	0.52 ± 0.04	102.60	<0.001
女生	0.43 ± 0.03	0.45 ± 0.03	0.47 ± 0.04	52.13	<0.001
cIMT 增厚检出率					
合计	53(8.8)	54(20.8)	186(49.5)	206.51	<0.001
男生	26(8.2)	27(19.7)	105(51.7)	123.76	<0.001
女生	27(9.4)	27(22.1)	81(46.8)	83.21	<0.001

注: 括号外数据为人数, 括号内数据为百分比(%); 调整性别、年龄、蔬菜水果摄入、碳酸饮料摄入、体力活动、血压、TG、HDL-C、血糖、睡眠时间和视屏时间

OR=6.94, 95%CI: 4.87 ~ 9.90)。但仅外周型超重/肥胖与 cIMT 增厚的关联无统计学意义。按性别进行分层分析, 除男生的仅腹型肥胖或前期外, 其余结果与合计类似。见表 4。

讨 论

本研究结果显示, 与正常腰围儿童相比, 腹型肥胖前期和腹型肥胖儿童均具有较高的 cIMT 水平和 cIMT 增厚检出率; 儿童腹型肥胖或前期与 cIMT 增

厚的关联性较强, 儿童混合型超重/肥胖与 cIMT 增厚的关联性更强。

一项基于中国 9 556 名 ≥40 岁的成年人研究发现, 与正常人群相比, 腹型肥胖合并血糖异常组人群 cIMT 水平显著升高 [(1.06 ± 0.17) cm vs. (0.95 ± 0.18) cm], 提示腰围联合血糖检测, 可用于筛查 cIMT 增厚的高危人群^[16]。一项基于加拿大 1 578 名中年男性的研究

发现, 腰臀比和腰围与 cIMT 的相关性强于 BMI (分别为 0.21、0.18 和 0.12), 同时 3 个指标预测 cIMT 增厚的曲线下面积分别为 0.65、0.62 和 0.58^[17]。提示, 腹型肥胖指标与 cIMT 增厚的关联性高于 BMI。本研究采用腰围判定儿童腹型肥胖, 发现与正常腰围儿童相比, 腹型肥胖前期和腹型肥胖均与 cIMT 增厚存在较强的关联性。另外, 与 BMI 和腰围均正常相比, 仅腹型肥胖或前期与 cIMT 增厚存在关联, 且混合型超重/肥胖与 cIMT 增厚的关联强度最高。这提示, 应同时将 BMI 和腰围指标作为

表 3 儿童腹型肥胖或前期与 cIMT 增厚的关系

腰围分组	n/N ^a	模型 1		模型 2		模型 3	
		OR 值(95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值
合计							
正常腰围	53/605	1.00		1.00		1.00	
腹型肥胖前期	54/259	2.73(1.81 ~ 4.12)	<0.001	2.73(1.81 ~ 4.12)	<0.001	2.53(1.67 ~ 3.84)	<0.001
腹型肥胖	186/376	10.32(7.29 ~ 14.61)	<0.001	10.30(7.27 ~ 14.60)	<0.001	8.56(5.97 ~ 12.29)	<0.001
男生							
正常腰围	26/317	1.00		1.00		1.00	
腹型肥胖前期	27/137	2.76(1.53 ~ 4.96)	0.001	2.79(1.54 ~ 5.06)	0.001	2.48(1.36 ~ 4.54)	0.003
腹型肥胖	105/203	13.45(8.16 ~ 22.18)	<0.001	13.88(8.36 ~ 23.04)	<0.001	10.80(6.40 ~ 18.25)	<0.001
女生							
正常腰围	27/288	1.00		1.00		1.00	
腹型肥胖前期	27/122	2.80(1.56 ~ 5.01)	0.001	2.72(1.51 ~ 4.90)	0.001	2.67(1.48 ~ 4.84)	0.001
腹型肥胖	81/173	8.66(5.26 ~ 14.25)	<0.001	8.95(5.38 ~ 14.87)	<0.001	8.21(4.83 ~ 13.96)	<0.001

注: ^an 为各腰围分组中 cIMT 增厚检出人数, N 为各腰围分组总人数; 模型 1: 调整性别和年龄; 模型 2: 模型 1 + 蔬菜水果摄入、碳酸饮料摄入、体力活动、睡眠时间和视屏时间; 模型 3: 模型 2 + 血压、TG、HDL-C 和血糖

表 4 儿童外周型超重/肥胖与腹型肥胖或前期的联合作用与 cIMT 增厚的关系

分组	n/N ^a	模型 1		模型 2		模型 3	
		OR 值(95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值
合计							
均正常	50/579	1.00		1.00		1.00	
仅腹型肥胖或前期	30/158	2.42(1.48 ~ 3.96)	<0.001	2.43(1.48 ~ 3.99)	<0.001	2.24(1.36 ~ 3.69)	0.002
仅外周型超重/肥胖	3/26	1.33(0.39 ~ 4.59)	0.652	1.30(0.38 ~ 4.50)	0.678	1.12(0.32 ~ 3.94)	0.855
混合型超重/肥胖	210/477	8.45(6.00 ~ 11.91)	<0.001	8.39(5.95 ~ 11.83)	<0.001	6.94(4.87 ~ 9.90)	<0.001
男生							
均正常	25/301	1.00		1.00		1.00	
仅腹型肥胖或前期	9/68	1.57(0.69 ~ 3.57)	0.280	1.51(0.66 ~ 3.45)	0.334	1.31(0.56 ~ 3.03)	0.534
仅外周型超重/肥胖	1/16	0.64(0.08 ~ 5.08)	0.673	0.60(0.08 ~ 4.78)	0.630	0.46(0.06 ~ 3.75)	0.467
混合型超重/肥胖	123/272	10.05(6.19 ~ 16.31)	<0.001	10.41(6.37 ~ 17.01)	<0.001	8.13(4.89 ~ 13.52)	<0.001
女生							
均正常	25/278	1.00		1.00		1.00	
仅腹型肥胖或前期	21/90	3.17(1.67 ~ 6.02)	<0.001	3.09(1.62 ~ 5.89)	0.001	3.04(1.59 ~ 5.82)	0.001
仅外周型超重/肥胖	2/10	2.64(0.53 ~ 13.14)	0.237	2.53(0.51 ~ 12.66)	0.258	2.49(0.49 ~ 12.64)	0.272
混合型超重/肥胖	87/205	7.55(4.59 ~ 12.40)	<0.001	7.66(4.63 ~ 12.68)	<0.001	6.96(4.13 ~ 11.75)	<0.001

注: ^an 为各分组中 cIMT 增厚检出人数, N 为各分组总人数; 模型 1: 调整性别和年龄; 模型 2: 模型 1 + 蔬菜水果摄入、碳酸饮料摄入、体力活动、睡眠时间和视屏时间; 模型 3: 模型 2 + 血压、TG、HDL-C 和血糖

儿童血管结构异常的早期预警指标。

关于儿童腹型肥胖与 cIMT 增厚关系的机制尚不明确。儿童肥胖会导致高血糖、高血脂及胰岛素抵抗等代谢异常,且脂肪组织蓄积会影响微血管功能,相关炎症因子会引起周围血管阻力增加^[18]。我们前期研究也发现,儿童各种代谢异常指标的聚集会增加 cIMT 水平^[19]。

本研究存在局限性。首先,本研究基于横断面调查数据,尚不能进行因果关系推断。其次,本研究数据仅来源于一所学校,结果的外推性需要进一步验证。最后,本研究采用的问卷虽在正式调查前进行了预调查,但未评价其信效度,可能会对结果有影响。

综上所述,儿童腹型肥胖或前期与 cIMT 增厚存在较强关联,混合型超重/肥胖与 cIMT 增厚的关联强度最高。提示儿童心血管结构异常的防治不仅要考虑 BMI,还应考虑腰围的重要性,应将儿童腰围作为 BMI 的补充指标,用于儿童心血管结构异常的早期预警指标。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Lobstein T, Jackson-Leach R, Moodie ML, et al. Child and adolescent obesity: part of a bigger picture[J]. *Lancet*, 2015, 385 (9986): 2510–2520. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61746-3.
- [2] 马冠生, 米杰, 马军. 中国儿童肥胖报告(2017)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017.
Ma GS, Mi J, Ma J. Report on childhood obesity in China[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2017.
- [3] Cote AT, Harris KC, Panagiotopoulos C, et al. Childhood obesity and cardiovascular dysfunction[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 62 (15): 1309–1319. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.07.042.
- [4] Llewellyn A, Simmonds M, Owen CG, et al. Childhood obesity as a predictor of morbidity in adulthood: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2016, 17(1): 56–67. DOI: 10.1111/obr.12316.
- [5] 张云飞, 张茜, 水汪, 等. 儿童期超重肥胖与血管结构损害关系[J]. *中国公共卫生*, 2020, 36(4): 780–784. DOI: 10.11847/zgggws1122941.
Zhang YF, Zhang Q, Shui W, et al. Associations of overweight and obesity with carotid intima-media thickness among primary school children[J]. *Chin J Public Health*, 2020, 36(4): 780–784. DOI: 10.11847/zgggws1122941.
- [6] Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and Meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2012, 13(3): 275–286. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2011.00952.x.
- [7] Lo K, Wong M, Khalechelvam P, et al. Waist-to-height ratio, body mass index and waist circumference for screening paediatric cardio-metabolic risk factors: a Meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2016, 17(12): 1258–1275. DOI: 10.1111/obr.12456.
- [8] 孟玲慧, 侯冬青, 单馨影, 等. OMRON HEM-7012 电子血压计测量儿童青少年血压的准确性评价[J]. *中华高血压杂志*, 2013, 21(2): 158–162. DOI: 10.16439/j.cnki.1673-7245.2013.02.036.
Meng LH, Hou DQ, Shan XY, et al. Accuracy evaluation of OMRON HEM-7012 electronic sphygmomanometers in measuring blood pressure of children and adolescents[J]. *Chin J Hypertens*, 2013, 21(2): 158–162. DOI: 10.16439/j.cnki.1673-7245.2013.02.036.
- [9] 李辉, 宗心南, 季成叶, 等. 中国 2~18 岁儿童青少年超重和肥胖筛查体重指数界值点的研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2010, 31(6): 616–620. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.06.004.
Li H, Zong XN, Ji CY, et al. Body mass index cut-offs for overweight and obesity in Chinese children and adolescents aged 2–18 years[J]. *Chin J Epidemiol*, 2010, 31(6): 616–620. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.06.004.
- [10] 马冠生, 季成叶, 马军, 等. 中国 7~18 岁学龄儿童青少年腰围界值点研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2010, 31(6): 609–615. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.06.003.
Ma GS, Ji CY, Ma J, et al. Waist circumference reference values for screening cardiovascular risk factors in Chinese children and adolescents aged 7–18 years[J]. *Chin J Epidemiol*, 2010, 31(6): 609–615. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.06.003.
- [11] 孟玲慧, 罗纳, 程红, 等. 北京与全国 7~18 岁儿童青少年腰围适宜界值对心血管危险因素筛查效度的对比分析[J]. *中华预防医学杂志*, 2011, 45(8): 717–722. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2011.08.010.
Meng LH, Luo N, Cheng H, et al. Waist circumference reference values in Beijing versus the national values in detecting cardiovascular risk factors in 7–18 years old children[J]. *Chin J Prev Med*, 2011, 45(8): 717–722. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2011.08.010.
- [12] 范晖, 同银坤, 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 Hypertens*, 2017, 25(5): 428–435. DOI: 10.16439/j.cnki.1673-7245.2017.05.009.
- [13] 羊柳, 宗心南, 刘琴, 等. 6~11 岁儿童颈动脉内中膜厚度参考值的初步制定[J]. *中华预防医学杂志*, 2019, 53(7): 696–700. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.07.008.
Yang L, Zong XN, Liu Q, et al. The preliminary development of reference values of carotid artery intima media thickness in children aged 6–11 years[J]. *Chin J Prev Med*, 2019, 53(7): 696–700. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.07.008.
- [14] 中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组, 中华医学会儿科学分会心血管学组, 中华医学会儿科学分会儿童保健学组, 等. 中国儿童青少年代谢综合征定义和防治建议[J]. *中华儿科杂志*, 2012, 50(6): 420–422. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2012.06.005.
The Society of Pediatrics, The Subspecialty Group of Endocrinologic, Hereditary and Metabolic Diseases, The Subspecialty Group of Cardiology, The Subspecialty Group of Child Health Care, Chinese Medical Association, et al. The definition and prevention recommends of metabolic syndrome in Chinese children and adolescents[J]. *Chin J Pediatr*, 2012, 50(6): 420–422. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2012.06.005.
- [15] World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health[EB/OL]. [2020-03-01]. http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/.
- [16] 罗兰, 牛敏, 高政南. 中心性肥胖及血糖异常与颈动脉内膜-中层厚度的相关性[J]. *中华糖尿病杂志*, 2019, 11(3): 196–200. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2019.03.007.
Luo L, Niu M, Gao ZN. The association of the carotid intima-media thickness with central obesity and impaired glucose[J]. *Chin J Diabetes Mellit*, 2019, 11(3): 196–200. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2019.03.007.
- [17] Yan RT, Yan AT, Anderson TJ, et al. The differential association between various anthropometric indices of obesity and subclinical atherosclerosis[J]. *Atherosclerosis*, 2009, 207(1): 232–238. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2009.03.053.
- [18] Kang YS. Obesity associated hypertension: new insights into mechanism[J]. *Electrolyte Blood Press*, 2013, 11(2): 46–52. DOI: 10.5049/EBP.2013.11.2.46.
- [19] 水汪, 张艳青, 张云飞, 等. 儿童期代谢指标异常及其聚集性与颈动脉内中膜厚度的关联研究[J]. *中华预防医学杂志*, 2019, 53(7): 1–4. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.07.007.
Shui W, Zhang YQ, Zhang YF, et al. Association of abnormal metabolic indices and its clustering with carotid intima-media thickness in childhood[J]. *Chin J Prev Med*, 2019, 53(7): 1–4. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.07.007.

(收稿日期: 2020-02-25)

(本文编辑: 万玉立)