

# 青少年营养转型期体重指数与血压、血脂、血糖、心脏结构及功能相关关系的队列研究

华琦 刘朝晖 刘荣坤 杨峥

**【摘要】** 目的 应用队列研究方法探讨超重/肥胖学龄儿童在青少年期体重指数(BMI)与血压、血脂、血糖、心脏结构及功能的相关关系。方法 采用整群抽样横断面调查与追踪调查的流行病学方法调查北京市健康学龄儿童(7~11岁)与9年后同一观察对象(16~20岁)共193名,于基线时(9年前)及随访时(9年后)对每名儿童均测量身高、体重、血压,并均应用生化法于空腹12小时后抽血检查血清总胆固醇、血糖和甘油三酯水平。应用超声心动图方法检测随访时16~20岁儿童的心脏结构、血流及功能。根据儿童期BMI值分为儿童期肥胖组、超重组、正常体重组,比较同一观察对象儿童期与青少年期各项指标的变化。结果 同一人群青少年期较儿童期血脂、血糖水平无明显差异。儿童期肥胖组较正常体重组于9年后随访时(青少年期)的BMI( $24.71 \text{ kg/m}^2 \pm 4.57 \text{ kg/m}^2$ 和 $20.54 \text{ kg/m}^2 \pm 2.84 \text{ kg/m}^2$ )及收缩压( $117.22 \text{ mm Hg} \pm 17.44 \text{ mm Hg}$ 和 $102.20 \text{ mm Hg} \pm 11.68 \text{ mm Hg}$ ,  $1 \text{ mm Hg} = 0.133 \text{ kPa}$ )明显增高( $P < 0.001$ 和 $P < 0.05$ ),室间隔增厚( $0.87 \text{ cm} \pm 0.12 \text{ cm}$ 和 $0.77 \text{ cm} \pm 0.12 \text{ cm}$ )及左室后壁增厚( $0.91 \text{ cm} \pm 0.13 \text{ cm}$ 和 $0.79 \text{ cm} \pm 0.31 \text{ cm}$ )( $P < 0.01$ 和 $P < 0.05$ )、左室心肌质量( $167.84 \text{ g} \pm 16.29 \text{ g}$ 和 $128.95 \text{ g} \pm 63.00 \text{ g}$ )及左室心肌质量指数( $88.12 \text{ g/m}^2 \pm 17.19 \text{ g/m}^2$ 和 $79.35 \text{ g/m}^2 \pm 39.01 \text{ g/m}^2$ )明显增加( $P$ 值均 $< 0.05$ ),差异有统计学意义;左室舒张末期容积及心输出量增加,射血分数及左室短轴缩短率下降( $P$ 值均 $< 0.05$ ),心脏舒张功能各项指标体重正常组与肥胖组及超重组间差异均无统计学意义。结论 学龄肥胖儿童较学龄体重正常儿童在成长为青少年后,BMI及血压明显增高,左室壁增厚,左室心肌质量增加,提示儿童期单纯肥胖症是成年后心血管疾病的重要危险因素。

**【关键词】** 体重指数; 血压; 血脂; 血糖; 左室心肌质量; 儿童; 青少年

**A cohort study on the relationship between body mass index and blood pressure, blood lipid, blood glucose, left ventricular structure and function in adolescents during transition period** HUA Qi, LIU Zhao-hui, LIU Rong-kun, YANG Zheng. Department of Cardiology, Xuan Wu Hospital, Capital University of Medical Sciences, Beijing 100053, China

**【Abstract】** **Objective** To investigate the relationship between body mass index(BMI) and blood pressure, blood lipid level, blood glucose, left ventricular structure and function in adolescents during transition period. **Methods** A vertical sectional survey on 193 pupils aged 7-11 years in primary school in 1996 was performed. 9 years later, the same research subjects aged 16-20 years were studied again in 2005. The subjects were divided into obesity, overweight and normal weight groups according to their BMI in 1996. Height, body weight, blood pressure, total cholesterol, triglyceride and blood glucose were collected and analyzed, and left ventricular structure and function were examined by echocardiography. **Results** Body mass index ( $24.71 \text{ kg/m}^2 \pm 4.57 \text{ kg/m}^2$ ,  $20.54 \text{ kg/m}^2 \pm 2.84 \text{ kg/m}^2$ ), systolic blood pressure ( $117.22 \text{ mm Hg} \pm 17.44 \text{ mm Hg}$  vs.  $102.20 \text{ mm Hg} \pm 11.68 \text{ mm Hg}$ ), thickness of inter-ventricular septum and posterior wall ( $0.87 \text{ cm} \pm 0.12 \text{ cm}$  vs.  $0.77 \text{ cm} \pm 0.12 \text{ cm}$ , and  $0.91 \text{ cm} \pm 0.13 \text{ cm}$  vs.  $0.79 \text{ cm} \pm 0.31 \text{ cm}$ ), left ventricular mass and mass index ( $167.84 \text{ g} \pm 16.29 \text{ g}$  vs.  $128.95 \text{ g} \pm 63.00 \text{ g}$ , and  $88.12 \text{ g/m}^2 \pm 17.19 \text{ g/m}^2$  vs.  $79.35 \text{ g/m}^2 \pm 39.01 \text{ g/m}^2$ ) were found significantly higher in obesity group than in normal weight group 9 years later ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$  or  $P < 0.001$ ). End diastolic volume and cardiac output were increased ( $P < 0.05$ ) and ejection fraction and fractional shortening decreased ( $P < 0.05$ ). There were no differences found in cardiac diastolic function between the studied groups. **Conclusion**

基金项目:北京市科技计划重点资助项目(H030930030130)

作者单位:100053 首都医科大学宣武医院心血管内科

The results suggested that simple obesity in childhood was an important cardiovascular risk factor when they grew into adolescents and adults.

**【Key words】** Body mass index; Blood pressure; Blood lipid; Blood glucose; Left ventricular mass; Children; Adolescents

世界范围内迅速增加的儿童青少年超重与肥胖,不仅对儿童青少年的健康和成长,且对成年人的健康已构成严重威胁<sup>[1]</sup>;可导致成年期患心血管病的危险性升高<sup>[2]</sup>。为了阐明体重指数(BMI)与儿童青少年发育过程中血压、血脂、心脏结构、收缩功能、舒张功能各项指标的关系,为儿童青少年乃至成人的超重、肥胖和心血管病防治提供科学依据,我们于1996年9月至2005年5月对193名儿童青少年进行了队列研究,探讨儿童青少年营养转型期BMI与血压、血清总胆固醇(TC)、血清甘油三酯(TG)、血糖(GLU)、左室结构及功能之间的关系,并试图找到反映这一现象的敏感指标。

### 资料与方法

1. 一般资料:于1996年整群抽样横断面调查北京小学学龄儿童(7~11岁)672名,9年后随机追踪随访同一观察对象(16~20岁)193名,其中男92名,女101名。制订调查方案,培训调查人员。1996年对每名小学生测量身高(用身高计测量,精确到0.1 cm)、体重(用体质量计测量,精确到0.1 kg)、血压,空腹抽血检查TC、GLU和TG,2005年随访重复上述检测,并检测血压及超声心动图。均排除心血管、内分泌代谢疾病及其他全身疾患。将193名观察对象9年前后的情况进行统计。

#### 2. 方法:

(1)BMI:根据中国肥胖问题组(WGOC)发布的“中国学龄儿童青少年超重、肥胖筛查体重指数值分类标准”<sup>[3]</sup>,计算儿童期不同年龄BMI水平[BMI=体重(kg)/身高(m)<sup>2</sup>],将研究对象分为儿童期肥胖组、儿童期超重组、儿童期体重正常组。计算体表面积(BSA)=(0.0061×H+0.0128×W)-0.1529。

(2)血压测量:按照美国心肺血液研究中心及我国首都儿科研究所的青少年血压测定方法,使用上海医疗设备厂制造的水银柱台式血压计。根据《全国中小学体质与健康研究》(国家教委、体委、卫生部主编,1987年)的血压正常值,对不同年龄和性别的学生进行比较收缩压(SBP)和(或)舒张压(DBP)。

(3)血脂测定:空腹12小时抽血测定TC、TG及GLU,根据《全国临床检验操作规程》(国家卫生

部医政司主编,1991年)酶法测定,使用进口VITAL SCIEN TIFIC公司的VITATRONISP半自动分析仪。TC≥5.18 mmol/L(200 mg/dl)为升高, TG≥2.26 mmol/L(200 mg/dl)为升高。

(4)超声心动图:采用美国HP7500型彩色多普勒超声心动图仪,探头频率2.5 MHz,探查深度12~20 cm,黑白二维图像时帧频速度25 MHz,多普勒取样容积宽度3.0 mm,走纸速度50~100 mm/s。同步记录心电图Ⅱ导联时相。M型超声心动图于舒张末期测量左房、左室、室间隔、左室后壁厚度,应用Teicholz法计算左室舒张末期容积(EDV)、每搏量(SV)、心输出量(CO)、射血分数(EF%)及左室短轴缩短率(FS)。多普勒超声心动图将取样容积置于心尖四腔切面二尖瓣环远端和二尖瓣口近端的瓣叶之间,测量舒张早期血流峰值流速(EFV)、心房收缩期血流峰值流速(APFV),并描计各自流速积分ETVI、ATVI。声束方向尽量与血流方向平行,两者夹角<20°。以上数据均测量4个心动周期,取平均值。左室心肌质量(LVM)=1.04[(EDD+IVSd+PWD)<sup>3</sup>-EDD<sup>3</sup>]-13.6;左室心肌质量指数(LVMI)=LVM/BSA。

3. 统计学分析:采用SPSS 10.0统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,9年前后同一观察对象的比较应用配对t检验,各组之间的比较应用单因素方差分析,若有统计学意义则进一步作两两比较的q检验。P<0.05为差异有统计学意义。

### 结 果

1. 基线时体重正常、超重和肥胖组的一般资料:以观察对象儿童期BMI分组,正常组与超重、肥胖各组间年龄、性别、心率的差异无统计学意义(P>0.05),见表1。

表1 基线时研究对象一般资料

组别	例 数			年龄* (岁)	心率* (次/min)
	男性	女性	合计		
正常	58	74	132	8.99±1.35	73.12±11.07
超重	14	14	28	8.71±1.30	69.89±11.57
肥胖	20	13	33	9.15±1.46	74.31±16.89

\*  $\bar{x} \pm s$

2. 儿童组与青少年组 BMI 及糖脂代谢的变化: 9 年前后同一人群对比分析, 发现儿童时期较青少年时期 TC 水平明显增高, 而 TG 水平明显降低, 差异有统计学意义,  $P$  值均  $< 0.01$  (表 2)。以学龄儿童 BMI 分组, 比较儿童期肥胖组、超重组、体重正常组在青少年期脂质代谢、血压、血糖的变化发现, 儿童期肥胖组较体重正常组在青少年期 BMI 仍明显增加 ( $P < 0.001$ ), SBP 水平明显增高 ( $P < 0.05$ ), 而血脂、血糖水平无明显差异 (表 3)。

3. 儿童期体重正常组与超重、肥胖组在青少年期心脏结构、血流及功能的变化: 根据儿童期 BMI 值分为体重正常、超重及肥胖组, 比较 9 年后随访时青少年期心脏结构与功能的变化, 超重及肥胖组较正常体重组左心房及主动脉根部内径增宽 ( $P$  值均  $< 0.01$ )、肥胖组较正常体重组左室壁增厚, 左室

心肌质量及左室心肌质量指数增加 ( $P < 0.05$  和  $P < 0.01$ ), 左室舒张末期容积及心输出量、增加, 射血分数及左室短轴缩短率下降 ( $P$  值均  $< 0.05$ ), 心脏舒张功能各项指标体重正常组与肥胖组及超重组间差异均无统计学意义 (表 4、5)。

讨 论

1996 年我们选择北京市长椿街地区小学就读的 672 名 1~6 年级小学生进行体检, 结果显示 TG 较 TC 升高更常见<sup>[4]</sup>。2005 年对其中 193 名学生进行随访分析。

越来越多的研究表明, 儿童期的超重、肥胖不仅可使儿童 SBP、DBP 升高, 而且与成年人高血压的发生相关, 导致心血管病危险因素增加<sup>[2]</sup>。儿童期的肥胖是成年人高血压、高血脂、糖尿病、冠心病、脑

表2 儿童期与青少年期 BMI 及糖脂代谢的变化

组别	人数	BMI* (kg/m <sup>2</sup> )	TC* (mmol/L)	TG* (mmol/L)	GLU* (mmol/L)
儿童(基线时)	193	17.26 ± 3.11	2.43 ± 1.28	1.74 ± 0.32	4.64 ± 0.73
青少年(随访时)	193	22.31 ± 3.55 <sup>#</sup>	2.00 ± 1.37 <sup>#</sup>	2.01 ± 0.70 <sup>#</sup>	4.60 ± 1.03
$t$ 值		19.179	14.042	17.810	0.430

\* 同表 1; #  $P < 0.01$

表3 体重正常及超重、肥胖儿童 9 年后青少年期 BMI、血脂、GLU 及血压水平之比较

组别	人数	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	TC (mmol/L)	TG (mmol/L)	GLU (mmol/L)	SBP (mm Hg)	DBP (mm Hg)
正常	132	20.54	2.47 ± 1.25	1.74 ± 0.30	4.70 ± 0.71	105.20 ± 11.68	66.70 ± 7.55
超重	28	22.10	2.21 ± 1.01	1.73 ± 0.44	4.54 ± 0.37	106.42 ± 14.74	68.38 ± 8.98
肥胖	33	24.71	2.48 ± 1.56	1.75 ± 0.30	4.49 ± 0.98	117.22 ± 17.44*	71.56 ± 11.11
$F$ 值		27.713 <sup>#</sup>	0.423	0.043	1.295	10.610	0.307

与正常组比较 \*  $P < 0.05$ , #  $P < 0.001$

表4 体重正常及超重、肥胖儿童在 9 年后青少年期心脏结构状况的比较

组别	左心房内径 (cm)	左室厚度 (cm)	室间隔厚度 (cm)	左室后壁厚度 (cm)	主动脉根部内径 (cm)	LVM (g)	LVMi (g/m <sup>2</sup> )
正常	2.78 ± 0.33	4.52 ± 0.50	0.77 ± 0.12	0.79 ± 0.31	2.66 ± 0.24	128.95 ± 63.00	79.35 ± 39.01
超重	2.99 ± 0.33 <sup>#</sup>	4.62 ± 0.51	0.83 ± 0.15 <sup>#</sup>	0.83 ± 0.14	2.76 ± 0.23 <sup>#</sup>	145.39 ± 48.70	84.57 ± 29.38
肥胖	3.20 ± 0.32 <sup>#</sup>	4.74 ± 0.46*	0.87 ± 0.12 <sup>#</sup>	0.91 ± 0.13*	2.86 ± 0.26 <sup>#</sup>	167.84 ± 46.29*	89.12 ± 17.19*
$F$ 值	22.921	2.764	9.980	2.410	9.959	4.467	4.403

与正常组比 \*  $P < 0.05$ , #  $P < 0.01$

表5 体重正常及超重、肥胖儿童在 9 年后青少年期左室收缩功能和舒张功能的比较

组别	左室收缩功能					左室舒张功能				
	EDV(ml)	SV(ml)	FS (%)	EF (%)	CO(ml)	E(cm/s)	A(cm/s)	E/A	ETVI(cm)	ATVI(cm)
正常组	95.16 ± 24.45	64.59 ± 15.38	38.45 ± 4.83	68.44 ± 5.61	4.59 ± 1.09	86.11 ± 15.27	46.56 ± 10.65	1.94 ± 0.53	11.87 ± 3.23	4.53 ± 1.63
超重组	100.29 ± 26.21	65.86 ± 15.65	36.52 ± 3.66*	66.19 ± 4.90*	4.63 ± 1.12	85.79 ± 15.14	45.57 ± 10.94	1.98 ± 0.57	11.79 ± 3.27	4.37 ± 1.71
肥胖组	105.75 ± 23.25*	69.58 ± 17.08	36.20 ± 3.86*	67.63 ± 5.52*	5.07 ± 1.64*	83.51 ± 12.63	48.00 ± 13.18	1.85 ± 0.52	12.98 ± 3.70	4.90 ± 1.62
$F$ 值	2.648	1.333	4.553	2.176	4.715	0.407	0.378	0.484	1.574	0.926

与正常组比 \*  $P < 0.05$

卒中等的独立危险因素<sup>[5]</sup>。王文绢等<sup>[6]</sup>的研究结果显示, BMI 是独立预测儿童青少年高血压的有用指标, WGOc 的体重分类界值能敏感预测儿童青少年的高血压。尽管各项研究采用的超重、肥胖标准不同, 但很多研究显示出儿童超重和肥胖与血压升高有关。

研究结果提示, 青少年单纯肥胖症在肥胖程度下降的同时, 血压、血脂水平都较正常成人有更明显的下降, 显著降低罹患心血管疾病的危险性<sup>[7]</sup>。在我们的研究结果中显示, 应用“中国学龄儿童青少年超重、肥胖筛查体重指数值分类标准”判定研究对象儿童期体重的正常、肥胖、超重状态及同一对象青春期的体重状况, 儿童组与青少年组组间没有差异。在儿童期 TC 水平(2.43 mmol/L ± 1.28 mmol/L)较青少年时期明显增高(2.00 mmol/L ± 1.37 mmol/L), 而 TG 水平在儿童时期明显降低(1.74 mmol/L ± 0.32 mmol/L), 差异均有统计学意义(表 2)。以学龄儿童 BMI 分组, 比较儿童期肥胖组、超重组、体重正常组在青少年期脂质代谢、血压、血糖变化发现, 儿童期肥胖组的青少年期 SBP 水平明显高于体重正常组, 与文献报道一致, 提示儿童时期的超重、肥胖与成年人期的高血压发生密切相关, BMI 可作为成年人高血压的独立预测指标, 对心血管疾病的一级预防具有重要意义。

儿童时期的肥胖可导致血脂增高和心室壁增厚及心肌质量增加<sup>[8,9]</sup>, 成长至青春期及成年后对心脏结构与功能的影响目前尚无定论。在成年人高血脂症与心脏功能的研究中发现, 向心性肥胖的患者由于冠状动脉的弹性降低, 使供血受到影响, 致左室舒张早期快速充盈峰速减低, E 峰下降, E/A 比值降低<sup>[10]</sup>。二尖瓣血流频谱由舒张早期充盈的 E 波和心房收缩时充盈的 A 波组成, 正常舒张早期充盈峰值流速快于心房收缩期充盈峰值流速, 测定 EPFV、APFV, 计算 A/E 比值以及 ETVI、ATVI 等反映左室舒张功能简便易行, 重复性好、敏感性高。本研究正常组与肥胖组年龄、心率差异无统计学意义, 使各组间在评价 EPFV、APFV 时有可比性。我们发现随 BMI 的增加, ETVI、ATVI 有升高趋势, 表明儿童时期的肥胖对青少年期舒张早期左室充盈可能会有影

响。在心脏结构指标中, 超重组、肥胖组与正常组间在左心房、主动脉内径、室间隔厚度上差异有统计学意义( $P < 0.01$ ), 正常组与肥胖组间在 LVM 和 LVMI 及左室、左室后壁等指标的差异有统计学意义, 且各指标值随着 BMI 的升高逐渐升高。同时发现体重正常的儿童与超重、肥胖的儿童在青少年期存在心脏结构及功能方面的差异, 特别是超重及肥胖儿童在青少年期左室壁增厚, LVM 增加; 随年龄增长, 有可能进一步引起左心室僵硬度增加, 顺应性下降, 舒张功能减退, 继而导致冠状动脉供血不足。

本研究提示儿童期单纯肥胖症是成年后心血管疾病的重要危险因素, 从儿童青少年时期建立健康的生活方式有助于预防成年人心血管疾病。

参 考 文 献

- 1 World Health Organization. Obesity: prevention and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. World Health Organization, Geneva, 1998.
- 2 He Q, Ding ZY, Fong DY, et al. Blood pressure is associated with body mass index in both normal and obese children. Hypertension, 2000, 36: 165-170.
- 3 中国肥胖问题组. 中国学龄儿童青少年超重、肥胖筛查体重指数值分类标准. 中华流行病学杂志, 2004, 25: 97-101.
- 4 华丛笑, 华琦. 672 例学龄儿童血脂血糖与单纯肥胖症的相关性调查. 首都医科大学学报, 2003, 24: 138-140.
- 5 Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, et al. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. Pediatrics, 1999, 103: 1175-1182.
- 6 王文绢, 王克安, 陈春明, 等. 北京地区儿童青少年体重指数与血压关系的研究. 中华流行病学杂志, 2004, 25: 109-111.
- 7 Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, et al. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. N Engl J Med, 1998, 338: 1650-1656.
- 8 华琦, 王育琴, 何士大. 儿童期单纯肥胖症脂质代谢的改变及临床意义. 中华儿科杂志, 1996, 34: 57.
- 9 华琦, 颜宜彩. 超声心动图观察儿童期单纯肥胖症心指数及左室心肌质量的变化及评价. 中国医学影像技术, 1996, 12: 21-23.
- 10 吴显儒, 吴万里, 朱付华, 等. 向心性肥胖者左室功能的多普勒超声心动图分析. 中国医学影像技术, 2001, 17: 537.

(收稿日期: 2005-12-02)

(本文编辑: 张林东)