

· 现场调查 ·

山东省4326名7~12岁儿童体成分指数与血压水平的相关性研究

张迎修 王淑荣

【摘要】 目的 探讨儿童体成分指数与血压水平的相关性。方法 对4326名7~12岁儿童进行身高、体重、血压和皮褶厚度测量,采用回归方程推算体脂比(BF%),用公式计算脂肪组织指数(FMI)=BF%×体重/身高²和非脂肪组织指数(FFMI)=(体重-BF%×体重)/身高²。结果 FMI、FFMI与收缩压(SBP)和舒张压(DBP)呈一定程度正相关,7~12岁儿童FMI与SBP的相关系数为0.432~0.531(男生)、0.413~0.485(女生),与DBP的相关系数为0.316~0.450(男生)、0.345~0.421(女生)。FFMI与SBP的相关系数为0.214~0.366(男生)、0.108~0.383(女生);与DBP的相关系数为0.090~0.250(男生)、0.063~0.214(女生)。血压与FMI的相关性高于FFMI。血压偏高儿童的体成分指数显著高于正常儿童,以FMI差距最大。结论 预防儿童高血压应从控制体脂肪、预防肥胖做起。

【关键词】 血压;脂肪组织指数;非脂肪组织指数;儿童

Relationship between body composition index and blood pressure among children aged 7-12
 ZHANG Ying-xiu¹, WANG Shu-rong². 1 Shandong Provincial Center for Disease Control and Prevention, Jinan 250014, China; 2 Shandong Provincial Blood Center
 Corresponding author: ZHANG Ying-xiu, Email: sdcdczyx@163.com
 This work was supported by a grant from the Research Medical and Health Program of Shandong (No. 2009-HE049).

【Abstract】 Objective To explore the relationship between body composition index and blood pressure of children, and to provide bases for early prevention against adult diseases. **Methods** A total of 4326 children aged 7-12 participated in this study, with height, weight, skinfold thickness (SFT) and blood pressure (BP) of all subjects measured. Body fat percentage (BF%) were calculated by regression equation, fat mass index (FMI) and fat-free mass index (FFMI) were calculated according to following expressions: $FMI (kg/m^2) = BF\% \times weight/height^2$ and $FFMI (kg/m^2) = (weight - BF\% \times weight)/height^2$. **Results** Systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) were positively correlated with FMI and FFMI in both boys and girls. Correlation coefficients between SBP, DBP and FMI were 0.432-0.531, 0.316-0.450 for boys, and 0.413-0.485, 0.345-0.421 for girls respectively and the correlation coefficients between SBP, DBP and FFMI were 0.214-0.366, 0.090-0.250 for boys, and 0.108-0.383, 0.063-0.214 for girls respectively. The coefficient between BP and FMI were larger than those between BP and FFMI. The mean values of FMI and FFMI of children with high BP were significantly higher than those normal children, especially showed in FMI. **Conclusion** In order to prevent hypertension among children, priority should be concentrated on controlling body fat and preventing obesity.

【Key words】 Blood pressure; Fat mass index; Fat-free mass index; Child

体重指数(BMI)作为评价人群超重、肥胖及心血管病危险因素的有效指标已得到广泛应用。然而,体重由脂肪组织(FM)和非脂肪组织(FFM)构成,体重的增减既可能是FM的变化,还可能是FFM的变化或兼而有之^[1]。BMI由FFMI和FMI两部分

构成,即 $BMI = FFMI + FMI$ ^[2]。因此,一些国家已分别建立了儿童FFMI和FMI参考值^[3]。国内对体成分指数(FMI、FFMI)与血压水平的关联性鲜有报道。为此,本研究对7~12岁儿童体成分指数与血压水平的相关性进行了分析,为从儿童期开始控制体成分,预防高血压提供科学依据。

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.10.014

基金项目:山东省医药卫生科技发展计划(2009-HE049)

作者单位:250014 济南,山东省疾病预防控制中心(张迎修);山东省血液中心(王淑荣)

通信作者:张迎修, Email: sdcdczyx@163.com

对象及方法

1. 对象:研究资料来自2005年山东省学生体质健康调查,以4326名(男生2165名,女生2161名)

7~12岁汉族小学生为研究对象;均为健康儿童(排除重要脏器疾患及发育异常)。

2. 测量方法:按照“中国学生体质健康调查研究测试细则”,测量身高、体重、收缩压(SBP)和舒张压(DBP)。用皮褶卡钳测量右上臂肱三头肌部和肩胛下角部皮褶厚度,每个部位测量3次,记录中间值(或2次相同的值)。采用儿童皮褶厚度推算体脂含量的回归方程推算体脂比(BF%)^[4]:男生BF%=6.9314+0.4284X,女生BF%=7.8960+0.4577X[X=三头肌部皮褶厚度+肩胛下角部皮褶厚度(mm)]。FMI(kg/m²)=BF%×体重/身高²,FFMI(kg/m²)=(体重-BF%×体重)/身高²。

血压测量使用水银血压计测量右侧肱动脉血压,根据不同年龄学生的上臂长度选择合适的袖带。以Korotkoff第I音为SBP,第IV音为DBP。学生静坐20 min后连测2次,取其均值。

血压偏高的界定:依据2005年中国学生体质健康调查报告的中国汉族学生SBP和DBP的性别、年龄别百分位数⁵,SBP和/或DBP≥P₉₅为血压偏高。

3. 统计学分析:用Pearson相关分析观察FMI、FFMI、BMI与血压水平的相关性。根据FMI、FFMI和BMI的四分位数,分别将研究对象分为四组(~P₂₅、P₂₅~、P₅₀~、P₇₅~),比较各组血压偏高的检出率。比较血压偏高和正常儿童体成分指数的差异。比较“单纯FMI偏高”(FMI≥P₇₅,FFMI<P₇₅)和“单纯FFMI偏高”(FFMI≥P₇₅,FMI<P₇₅)儿童的血压水平。数据采用SPSS 11.5软件进行统计分析。

结 果

1. Pearson相关:7~12岁儿童FMI、FFMI、BMI与血压水平存在一定程度的正相关,FMI与SBP和DBP的相关系数最高,其次是BMI,FFMI最低(表1)。说明FMI与血压水平的相关性较FFMI密切。

2. 体成分指数与血压偏高:4326名儿童血压偏高检出率为17.27%,其中男生为17.78%,女生为16.75%,性别间差异无统计学意义(χ²=0.81,P>0.05)。不同体成分指数组儿童的血压偏高检出率存在明显差异,血压偏高检出率随体成分指数的升高而升高,上四分位数组(≥P₇₅)最高,下四分位数组(<P₂₅)最低(P<0.005),如FMI下四分位数组血压偏高检出率仅5%左右,上四分位数组则高达30%以上(表2)。血压偏高儿童的体成分指数都显著高于正常儿童(表3),从各年龄组的均值来看,血压偏高

表 1 山东省4326名儿童体成分指数与血压水平的相关系数

性别	年龄(岁)	人数	FMI		FFMI		BMI	
			SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP
男	7	344	0.531*	0.450*	0.366*	0.250*	0.497*	0.390*
	8	371	0.453*	0.348*	0.313*	0.227*	0.435*	0.327*
	9	357	0.478*	0.410*	0.218*	0.126*	0.398*	0.311*
	10	377	0.452*	0.385*	0.214*	0.090	0.388*	0.286*
	11	354	0.432*	0.316*	0.253*	0.144*	0.400*	0.259*
	12	362	0.454*	0.346*	0.347*	0.248*	0.406*	0.309*
女	7	343	0.421*	0.363*	0.108*	0.063	0.305*	0.246*
	8	362	0.468*	0.421*	0.164*	0.081	0.387*	0.314*
	9	359	0.485*	0.363*	0.383*	0.203*	0.418*	0.310*
	10	388	0.439*	0.398*	0.252*	0.151*	0.409*	0.343*
	11	366	0.413*	0.345*	0.314*	0.214*	0.346*	0.289*
	12	343	0.432*	0.356*	0.201*	0.197*	0.342*	0.217*

注: *P<0.01, *P<0.05

表 2 山东省4326名儿童不同体成分指数组血压偏高检出率

体成分指数	组别	男生血压偏高	女生血压偏高
FMI	FMI<P ₂₅	28/543(5.16)	28/535(5.23)
	P ₂₅ ≤FMI<P ₅₀	52/538(9.67)	61/544(11.21)
	P ₅₀ ≤FMI<P ₇₅	93/543(17.13)	97/547(17.73)
	FMI≥P ₇₅	212/541(39.19)	176/535(32.90)
		χ ² =253.13, P<0.005	χ ² =163.25, P<0.005
FFMI	FFMI<P ₂₅	46/536(8.58)	64/541(11.83)
	P ₂₅ ≤FFMI<P ₅₀	68/547(12.43)	77/541(14.23)
	P ₅₀ ≤FFMI<P ₇₅	107/540(19.81)	82/541(15.16)
	FFMI≥P ₇₅	164/542(30.26)	139/538(25.84)
		χ ² =100.97, P<0.005	χ ² =44.69, P<0.005
BMI	BMI<P ₂₅	39/540(7.22)	44/534(8.24)
	P ₂₅ ≤BMI<P ₅₀	49/542(9.04)	61/547(11.15)
	P ₅₀ ≤BMI<P ₇₅	98/543(18.05)	94/539(17.44)
	BMI≥P ₇₅	199/540(36.85)	163/541(30.13)
		χ ² =203.85, P<0.005	χ ² =109.66, P<0.005

注: 括号外数据分子为发生人数,分母为调查人数;括号内数据为检出率

儿童与正常儿童相比,FMI平均高39.60%~71.87%(男生)、25.36%~53.03%(女生);BMI平均高15.37%~18.06%(男生)、10.29%~13.94%(女生);FFMI平均高5.65%~8.54%(男生)、1.50%~9.06%(女生),以FMI的差异最大。

3. 单纯FMI与FFMI偏高儿童的血压水平:单纯FMI偏高(FMI≥P₇₅,FFMI<P₇₅)与单纯FFMI偏高(FFMI≥P₇₅,FMI<P₇₅)儿童相比,前者的SBP和DBP均显著高于后者(P<0.01),说明单纯FMI偏高的危险性大于单纯FFMI偏高(表4)。

讨 论

BMI作为评价营养状况和筛查超重肥胖的有

表3 山东省4326名儿童血压偏高与正常儿童的体成分指数比较($\bar{x} \pm s$)

性别	年龄(岁)	血压偏高			血压正常				
		人数	FMI	FFMI	BMI	人数	FMI	FFMI	BMI
男	7~	121	4.55±2.25	14.44±1.92	18.99±3.69	594	2.67±1.40*	13.48±1.37*	16.15±2.48*
	9~	130	5.62±2.64	14.97±1.44	20.59±3.61	604	3.27±1.72*	14.17±1.66*	17.44±3.08*
	11~12	134	5.64±2.97	15.89±1.80	21.54±4.24	582	4.04±2.42*	14.64±1.65*	18.67±3.57*
女	7~	139	4.07±2.15	12.87±1.39	16.94±3.09	566	2.67±0.98*	12.68±1.18	15.36±1.91*
	9~	121	5.05±2.51	13.58±1.32	18.63±3.25	626	3.30±1.52*	13.05±1.33*	16.35±2.50*
	11~12	102	5.29±2.29	14.93±1.86	20.23±3.83	607	4.22±2.19*	13.69±1.52*	17.91±3.27*

注: * $P < 0.01$

表4 单纯FMI偏高与单纯FFMI偏高儿童的血压水平比较(mm Hg)

性别	年龄(岁)	单纯FMI偏高(FMI $\geq P_{75}$, FFMI $< P_{75}$)			单纯FFMI偏高(FFMI $\geq P_{75}$, FMI $< P_{75}$)		
		人数	SBP	DBP	人数	SBP	DBP
男	7~	63	103.70±12.89	64.59±11.35	64	94.92±8.94*	57.28±9.06*
	9~	64	112.89±14.91	71.36±12.70	63	102.25±12.14*	63.41±10.36*
	11~12	74	116.81±13.03	72.76±8.37	75	108.49±9.67*	64.75±8.36*
女	7~	84	103.61±12.72	66.29±9.91	84	94.45±10.10*	58.19±8.49*
	9~	86	110.31±13.02	70.34±9.81	88	103.31±10.90*	63.39±8.61*
	11~12	73	115.52±12.21	71.47±8.56	76	108.29±11.15*	64.67±8.32*

注: * $P < 0.01$; 1 mm Hg=0.133 kPa

效指标已得到广泛应用。尽管BMI与体脂肪含量相关性很强,但从BMI不能直接得出FM和FFM的信息^[1,6]。依据BMI判定为肥胖的个体,可能有以下几种情况:FMI高,FFMI不高;FMI不高,FFMI高;FMI和FFMI都高。也就是说,容易将肌肉发达的个体(高FFMI,低FMI)误判为肥胖。因此,一些国家已开始重视体成分指数(FMI和FFMI)的研究和应用^[3,7],如日本根据第25和75百分位数制定了3~11岁儿童的FMI和FFMI参考值^[3]。

BMI与血压水平的正相关性已得到公认,但体成分指数与血压水平的关联性则少有报道。Aneesa等^[8]采用皮褶厚度推算体脂比的方法,分析了12~17岁少年体成分与血压的相关性,男女生体脂肪与SBP和DBP均呈显著正相关,FFM与血压的正相关只在男生中有统计学意义($P < 0.01$),女生中无统计学意义($P > 0.05$)。本研究探讨了体成分指数(FMI、FFMI)与血压水平的内在关联性,FMI与血压水平的相关性高于FFMI,为控制体脂肪,预防高血压提供了基础依据。

测量体成分的方法很多,如皮褶厚度法、生物电阻抗法(BIA)和双能量X线吸收测量法(DEXA),但后者需要专门的仪器设备(价格昂贵),用于大样本的调查尚有一定难度,相比之下,前者更适合大样本的群体调查。国内关于儿童体成分指数的报告极少,只有北京的一份小样本资料(DEXA法)可供比较^[6],结果发现,本文的皮褶厚度法与DEXA法测量结果基本一致,2种方法报告的FMI结果差异均

无统计学意义($P > 0.05$),FFMI结果只有男生8岁、10岁和女生7岁、9岁的差异有统计学意义($P < 0.05$),其他各年龄组差异均无统计学意义($P > 0.05$)。说明本文的测量方法及结果是可信的。另外,学生体质调研是严格按照“中国学生体质健康调查研究测试细则”进行,调查对象的选择、现场测试、数据的整理和录入都非常规范,这些都为本文的科学性和可信性提供了保障。

儿童期的血压水平与成年期高血压之间存在密切关联^[9,10],儿童青少年中存在着部分无症状、无明确病因的血压持续偏高者,其偏高血压和成年期高血压间有密切关系^[11,12],预防成年期高血压必须从青少年做起。儿童青少年FMI的快速增长及肥胖流行已成为重要的公共卫生问题^[13,14],肥胖是血压偏高的危险因素。本文研究结果提示,控制儿童FMI的快速增长,是预防儿童血压偏高乃至成年期高血压的重要措施。

高血压的诊断应按WHO专家建议,以3次以上非同日复测结果为据,故本文对血压在 P_{95} 以上的个体冠以“血压偏高”,而不是定性为“高血压”。同样,以 P_{75} 作为界值,筛查“单纯FMI偏高”(FMI $\geq P_{75}$, FFMI $< P_{75}$)和“单纯FFMI偏高”(FFMI $\geq P_{75}$, FMI $< P_{75}$)也是个相对分组,而非绝对意义上的高FMI和高FFMI。

参 考 文 献

[1] Heber D, Ingles S, Ashley JM, et al. Clinical detection of

- sarcopenic obesity by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr*, 1996, 64(3):472-477.
- [2] Vanitallte TB, Yang MU, Heymsfield SB, et al. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: Potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr*, 1990(52): 953-959.
- [3] Nakao T, Komiya S. Reference norms for a fat-free mass index and fat mass index in the Japanese child population. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*, 2003, 22(6):293-298.
- [4] Yao XJ, Liu CR, Chen C, et al. A study on body fat in children aged 7-12. *Chin J Prev Med*, 1994, 28(4): 213-214. (in Chinese)
姚兴家, 刘春荣, 陈琤, 等. 7~12 岁儿童体脂含量研究. *中华预防医学杂志*, 1994, 28(4):213-214.
- [5] Research Section of the Constitution and Health of Chinese Students. Report on the physical fitness and health surveillance of Chinese school students. Beijing: Higher Education Press, 2007:193-198. (in Chinese)
中国学生体质与健康研究组. 2005 年中国学生体质与健康调研报告. 北京: 高等教育出版社, 2007:193-198.
- [6] Feng N, Ma J, Zhang SW, et al. Analysis on FFMI and FMI changing of children during puberty development. *Chin J Sch Health*, 2006, 27(11):923-925. (in Chinese)
冯宁, 马军, 张世伟, 等. 青春发育期儿童非脂肪组织和脂肪组织指数变化分析. *中国学校卫生*, 2006, 27(11):923-925.
- [7] Schutz Y, Kyle UUG, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98y. *Int J Obes*, 2002, 26(7):953-960.
- [8] Aneesa M, Sendi A, Shetty P, et al. Relationship between body composition and blood pressure in Bahraini adolescents. *Br J Nutr*, 2003, 90(4):837-844.
- [9] Empar Lurbe, Josep Redon. Ambulatory blood pressure monitoring in children and adolescents: the future. *J Hypertens*, 2000, 18(10):1351-1354.
- [10] Klumbiene J. The relationship of childhood to adult blood pressure: longitudinal study of juvenile hypertension in Lithuania. *J Hypertens*, 2000, 18(5):531-538.
- [11] Ji CY. Geographic distribution of relative high blood pressure adolescents and the physical influential factors associated with high blood pressure. *Chin J Sch Health*, 1997, 18(6):401-403. (in Chinese)
季成叶. 中国血压偏高青少年的地区分布特点和体格发育影响因素分析. *中国学校卫生*, 1997, 18(6):401-403.
- [12] Zhang YX, Wang SR, Zhang PC. Development and physical characteristics of children with high blood pressure. *Chin J Sch Health*, 2006, 27(8): 669-670. (in Chinese)
张迎修, 王淑荣, 张朋才. 血压偏高儿童的生长发育和体质特点. *中国学校卫生*, 2006, 27(8):669-670.
- [13] Zhang YX, Wang SR. Distribution of body mass index and the prevalence changes of overweight and obesity among adolescents in Shandong, China from 1985 to 2005. *Ann Hum Biol*, 2008, 35(5):547-555.
- [14] Zhang YX. Body composition index among children aged 7-12 in 1995-2005 in Shandong province. *Chin J Sch Health*, 2008, 29(5):446-448. (in Chinese)
张迎修. 山东省 7~12 岁儿童体成分指数 1995-2005 年变化趋势分析. *中国学校卫生*, 2008, 29(5):446-448.

(收稿日期:2010-05-17)

(本文编辑:尹廉)

· 消息 ·

本刊现已实行“中华医学会信息管理平台”在线投稿

2010 年中华医学会信息管理平台升级, 本刊登录网址更新为中华医学会网站: <http://www.cma.org.cn>。在线投稿请点击首页上方“业务中心”。新老用户使用过程中具体注意如下: (1) 第一次使用本系统进行投稿的作者, 必须先注册, 才能投稿。注册时各项信息请填写完整。作者自己设定用户名和密码, 该用户名和密码长期有效。(2) 已注册过的作者, 请不要重复注册, 否则将导致查询稿件时信息不完整。如果遗忘密码, 可以从系统自动获取, 系统将自动把您的账号信息发送到您注册时填写的邮箱中。向中华医学会系列杂志中不同杂志投稿时无须重复注册, 进入系统后即可实现中华医学会系列杂志间的切换。本刊的审稿专家可使用同一个用户名作为审稿人进行稿件受理和作者投稿。(3) 作者投稿请直接登录后点击“个人业务办理”, 然后点击左上角“远程稿件处理系统”, 在页面右上角“选择杂志”对话框中的“中华流行病学杂志”再点击“作者投稿”。投稿成功后, 系统自动发送回执邮件。作者可随时点击“在线查稿”, 获知该稿件的审稿情况、处理进展、审稿意见、终审结论等; 有关稿件处理的相关结果编辑部不再另行纸质通知。投稿成功后请从邮局寄出单位介绍信, 来稿需付稿件处理费 20 元/篇(邮局汇款), 凡未寄单位介绍信和稿件处理费者, 本刊将对文稿不再做进一步处理, 视为退稿。如有任何问题请与编辑部联系, 联系电话: 010-58900730, Email: lxbonly@public3.bta.net.cn。

本刊编辑部