

北京市城区 9~10 岁儿童肥胖相关指标与血脂水平关系的探讨

李林中 胡小琪 崔朝辉 王筱桂 潘慧 潘勇平 焦欣然 李艳平

【摘要】 目的 分析北京市城区儿童体重指数(BMI)、体脂百分含量及腰围与血脂谱的关系。方法 采用随机整群抽样法抽取 852 名北京市城区 9~10 岁学生,血脂使用自动生化分析仪进行测定。Fisher 确切概率法,有序资料的趋势性检验及中位数回归等统计学方法,分析了其中 847 份有效样本。结果 随 BMI、体脂百分含量和腰围的增加,总三酰甘油(TG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)有升高的趋势,高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)有降低的趋势,组间差异均有统计学意义($P < 0.01$)。TG 主要受腰围($t = 6.86$)、性别($t = 3.96$)、体脂百分含量($t = 1.85$)影响;TC 受体脂百分含量($t = 5.31$)影响;LDL-C 受腰围($t = 4.65$)、身高($t = -2.79$)、体脂百分含量($t = 2.77$)影响;HDL-C 主要受腰围($t = -12.24$)、性别($t = -5.83$)影响。结论 随着肥胖程度的增加,儿童血脂水平上升,且腰围对血脂水平的预测能力最强。

【关键词】 体重指数;体脂百分含量;腰围;血脂;儿童

Study on the relation between anthropometric parameters and lipids profiles LI Lin-zhong*, HU Xiao-qi, CUI Zhao-hui, WANG Xiao-gui, PAN Hui, PAN Yong-ping, JIAO Xin-ran, LI Yan-ping. *National Institute for Nutrition and Food Safety, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China

Corresponding author: LI Yan-ping, Email: liyanping72@yahoo.com

【Abstract】 Objective To study the relations between anthropometric parameters [body mass index (BMI), percent of body fat, waist circumference] and blood lipids of urban children in Beijing and to compare the ability of prediction effect of waist circumference, percent body fat and BMI on lipid profiles. **Methods** 852 children aged 9-10 were recruited with multi-stage sampling. Serum lipids of children were measured using automatic biochemical instrument. Fisher's exact test, trend test and median regression were used to analyze the data from 847 subjects with valid information. **Results** (1) With the rise of the BMI, percent body fat and waist circumference, total triglycerides (TG), total cholesterol (TC) and low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) showed increasing trends while high density lipoprotein cholesterol (HDL-C) had a decreasing trend ($P < 0.01$). (2) TG was mainly influenced by waist circumference ($t = 6.86$), sex ($t = 3.96$) and percent of body fat ($t = 1.85$); TC was influenced by percent of body fat ($t = 5.31$); LDL-C was influenced by waist circumference ($t = 4.65$), height ($t = -2.79$) and percent age of body fat ($t = 2.77$); HDL-C was influenced by waist circumference ($t = -12.24$), sex ($t = -5.83$). **Conclusion** With the aggravation of children's fatness (BMI, WC and PBF), serum lipids would increase and WC seemed to be the best predictor for lipids among BMI, WC and PBF.

【Key words】 Body mass index; Percent of body fat; Waist circumference; Lipid; Children

体重指数(BMI)、体脂百分含量(PBF)、腰围(WC)与血脂水平关系密切^[1,3]。其中 BMI 间接反映全身脂肪含量;PBF 直接反映全身脂肪的含量;

WC 主要反映局部脂肪堆积,与血脂异常密切相关^[4,5]。目前此类研究多集中在超重肥胖与血脂的关系上,对 PBF、WC 与血脂水平关系的分析较少。本文利用 2005 年北京市城区儿童的调查资料,探讨 BMI、PBF 和 WC 与儿童血脂水平的关系。

对象与方法

基金项目:荷兰 NUCIA 基金资助项目
作者单位:100050 北京,中国疾病预防控制中心营养与食品安全所(李林中、胡小琪、崔朝辉、王筱桂、潘慧、李艳平);北京市东城区中小学卫生保健所(潘勇平);北京市崇文区疾病预防控制中心(焦欣然)

1. 调查对象:采用多阶段整群随机抽样的方法,第 1 阶段,从北京 8 个城区中随机抽取了东城、崇文

通讯作者:李艳平, Email: liyanping72@yahoo.com

2 个区;第 2 阶段,在东城、崇文 2 个区中各随机抽取 10 个小学;第 3 阶段,在 2 个区选中的 20 所小学里分层整群随机抽取 4000 名 9~10 岁小学生;第 4 阶段,在 4000 名小学生中随机抽取 852 名学生作为调查对象。家长签署知情同意书,排除有心、肝、肾有严重疾病及内分泌失调者后进行调查。

2. 内容与方法:身高、体重的测量由经过培训的调查员按照统一标准进行。采用电子体重计(Secca, model 890, Hamburg)测量空腹去衣体重,精确到 0.1 kg。使用金属立柱式身高计测量身高,精确到 0.1 cm。BMI=体重(kg)/身高(m)²。WC(空腹)以腋中肋弓下缘和髂嵴连线中点的水平位置为测量点,精确到 0.1 cm。性征采用 Tanner 五期分类。询问男生首次遗精/女生月经初潮情况。

采集空腹静脉血,离心分离血清后 4℃ 保存备测。使用 7080 型日立全自动生化分析仪(7080 Automatic Analyzer, HITACHI),血清总胆固醇(TC)采用 CHOD-PAP 法、三酰甘油(TG)采用 GPO-PAP 法、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)采用直接比色法,低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)由 Friedewald 公式算出。

体成分测定^[6]:生物电阻抗法,由经培训的实验员采用四电极生物电阻抗仪(RJL2System 101 USA, 50 kHz, 800 μA)测量电容抗与电阻抗。空腹测量,电极的位置分别位于手背面第三指关节下方和腕关节处尺-桡粗隆连线上和脚背面第三趾关节下方和踝关节处胫-腓粗隆连线上。生物电阻=(电阻抗²+电容抗²)^{0.5};去脂体重=0.406×身高(cm)²/生物电阻+0.360×体重(kg)+5.580×身高/100+0.56×性别(男=1,女=0)-6.48;PBF=(体重-去脂体重)/体重。

3. 统计学分析:采用 Stata 7.0 软件进行分析,率的比较采用 Fisher 确切概率法;不同 BMI 分布下血脂

水平的比较采用非参数法有序资料趋势性检验,检验水准为 0.05;血脂与 BMI、PBF、WC 的关系采用逐步中位数回归,进入水准为 0.10,剔除水准为 0.11。

结 果

1. 基本状况:共有 852 名学生进行了问卷调查、体格检查和血生化检查。调查有效人数 847 名,9 岁 442 名,10 岁 405 名。男生 456 名,9 岁 227 名,10 岁 229 名;女生 391 名,9 岁 215 名,10 岁 176 名;调查有效率为 99.4%。调查对象性别、年龄分布均衡($P>0.10$),可比性较好。

2. 不同 BMI、PBF 和 WC 百分位数下儿童的血脂分布(表 1~3):考虑性别、年龄混杂因素,使用 Cuzick(1985)和 Altman(1991)提出的非参数法进行有序资料趋势性检验发现,除女生 TC 外($P>0.05$),随着 BMI 和 WC 升高,男生和女生 HDL-C 均有降低的趋势($P<0.01$),TG、TC、LDL-C 均有升高的趋势($P<0.01$);而随着 PBF 的升高,结果与 BMI 和 WC 的类似,且女生 TC 亦有升高的趋势($P<0.01$)。

3. BMI、PBF、WC 与血脂的关系:对三项指标与血脂水平的关系进行逐步中位数回归,考虑年龄、性别、体重、身高、女生乳房/男生睾丸发育、阴毛发育、女生月经初潮/男生首次遗精因素;结果见表 4。

血脂各组分的中位数回归表明,TG 主要受性别、PBF 和 WC 影响,且影响力 WC($t=6.86$)>性别($t=3.96$)>PBF($t=1.85$);TC 受 PBF($t=5.31$)影响;LDL-C 受身高、PBF 和 WC 影响,影响力 WC($t=4.65$)>身高($t=-2.79$)>PBF($t=2.77$),其中身高与 LDL-C 负相关;而 HDL-C 这一心血管保护因素主要受性别和 WC 影响,影响力 WC($t=-12.24$)>性别($t=-5.83$)。BMI 始终未能进入模型。

表 1 北京市 852 名学生不同 BMI 百分位数^a 的血脂谱分布 (mmol/L)

指标	<25th ^b	25th~	35th~	45th~	55th~	65th~	75th~	85th~	95th~
男生人数	43	14	19	14	27	30	78	95	136
HDL-C	1.62±0.24	1.51±0.27	1.56±0.19	1.53±0.20	1.57±0.34	1.51±0.28	1.55±0.28	1.39±0.22	1.27±0.23
TG	0.72±0.37	0.71±0.22	0.71±0.18	0.74±0.17	0.79±0.28	0.93±0.44	0.81±0.35	1.09±0.54	1.42±0.68
TC	3.77±0.50	3.75±0.50	3.75±0.69	3.71±0.52	3.71±0.41	3.81±0.54	3.92±0.53	3.96±0.51	4.15±0.54
LDL-C	1.86±0.51	1.98±0.42	1.93±0.66	1.90±0.42	1.81±0.32	2.03±0.47	2.07±0.50	2.30±0.47	2.63±0.54
女生人数	45	17	26	29	20	31	95	57	71
HDL-C	1.50±0.24	1.37±0.28	1.54±0.22	1.50±0.36	1.51±0.21	1.46±0.37	1.37±0.24	1.31±0.21	1.24±0.26
TG	0.82±0.29	0.82±0.24	0.94±0.47	0.94±0.32	0.87±0.29	0.93±0.42	1.11±0.50	1.16±0.51	1.33±0.68
TC	3.84±0.43	3.64±0.54	4.00±0.42	4.03±0.85	3.98±0.55	3.80±0.49	4.01±0.65	4.00±0.64	4.01±0.60
LDL-C	2.05±0.40	1.98±0.39	2.15±0.45	2.24±0.70	2.11±0.48	2.01±0.51	2.31±0.65	2.41±0.63	2.51±0.58

注:^a使用中国肥胖问题工作组“中国学龄儿童青少年超重、肥胖筛查体重指数值分类标准”的 BMI 百分位数界值;^bth 表示第 i 个百分位数

表2 北京市 852 名学生不同 PBF 百分位数^a 的血脂谱分布 (mmol/L)

指标	<25th	25th~	35th~	45th~	55th~	65th~	75th~	85th~	95th~
男生人数	114	46	46	45	46	45	46	46	22
HDL-C	1.57±0.26	1.56±0.25	1.47±0.28	1.46±0.24	1.42±0.29	1.37±0.21	1.32±0.22	1.25±0.25	1.26±0.25
TG	0.74±0.29	0.75±0.29	0.95±0.56	0.95±0.36	1.12±0.52	1.08±0.47	1.32±0.59	1.59±0.83	1.56±0.69
TC	3.75±0.52	3.85±0.52	3.78±0.50	3.90±0.51	3.93±0.51	4.05±0.53	3.95±0.47	4.16±0.65	4.18±0.45
LDL-C	1.90±0.50	1.98±0.47	2.03±0.50	2.20±0.48	2.38±0.47	2.33±0.43	2.60±0.68	2.64±0.40	2.90±0.52
女生人数	97	40	39	39	39	40	39	39	19
HDL-C	1.44±0.27	1.47±0.28	1.54±0.29	1.35±0.26	1.36±0.29	1.33±0.26	1.34±0.22	1.26±0.23	1.27±0.27
TG	0.89±0.42	0.94±0.36	0.92±0.50	1.03±0.33	1.13±0.53	1.21±0.49	1.22±0.44	1.28±0.78	1.25±0.61
TC	3.76±0.51	3.88±0.57	4.03±0.52	3.85±0.42	4.15±0.97	4.02±0.62	4.16±0.55	4.07±0.49	4.02±0.70
LDL-C	2.02±0.44	2.10±0.49	2.13±0.48	2.16±0.42	2.49±0.92	2.37±0.57	2.55±0.58	2.54±0.51	2.52±0.71

注:^a 体脂含量百分位数界值由 4000 大样本估出

表3 北京市 852 名学生不同 WC 百分位数^a 的血脂谱分布 (mmol/L)

指标	<25th	25th~	35th~	45th~	55th~	65th~	75th~	85th~	95th~
男生人数	80	31	41	37	43	51	63	72	38
HDL-C	1.57±0.24	1.60±0.30	1.60±0.25	1.51±0.28	1.49±0.26	1.44±0.24	1.29±0.22	1.30±0.24	1.24±0.21
TG	0.74±0.31	0.74±0.31	0.77±0.22	0.84±0.38	0.81±0.30	1.03±0.49	1.25±0.65	1.40±0.66	1.63±0.69
TC	3.75±0.52	3.83±0.43	3.77±0.52	3.80±0.55	3.86±0.58	4.09±0.57	3.90±0.41	4.17±0.57	4.31±0.43
LDL-C	1.89±0.49	1.92±0.38	1.92±0.44	1.99±0.53	2.13±0.49	2.38±0.50	2.35±0.46	2.60±0.54	2.85±0.50
女生人数	72	35	34	29	32	45	49	60	35
HDL-C	1.51±0.25	1.45±0.28	1.50±0.28	1.43±0.27	1.40±0.35	1.37±0.24	1.33±0.22	1.31±0.24	1.15±0.26
TG	0.83±0.30	0.87±0.27	0.96±0.48	0.99±0.45	0.98±0.43	1.07±0.45	1.20±0.46	1.24±0.54	1.44±0.84
TC	3.89±0.57	3.85±0.60	4.00±0.52	3.97±0.57	3.79±0.76	3.84±0.60	4.13±0.54	4.11±0.62	3.90±0.64
LDL-C	2.10±0.53	2.07±0.46	2.18±0.45	2.24±0.55	2.02±0.66	2.15±0.61	2.53±0.55	2.53±0.64	2.47±0.60

注:^a 腰围百分位数界值由 4000 大样本估出

表4 北京市 852 名学生血脂水平影响因素的逐步中位数回归

自变量	β	s_{β}	t 值	P 值	95% CI
TG					
性别	0.132	0.033	3.96	0.000	0.067~0.197
PBF	0.902	0.488	1.85	0.065	-0.057~1.860
WC	0.015	0.002	6.86	0.000	0.011~0.019
截距	-0.471	0.111	-4.25	0.000	-0.689~-0.253
TC					
PBF	2.543	0.479	5.31	0.000	1.603~3.484
截距	3.246	0.131	24.69	0.000	2.988~3.505
LDL-C					
身高	-0.012	0.004	-2.79	0.005	-0.020~-0.004
PBF	2.118	0.763	2.77	0.006	0.620~3.616
WC	0.018	0.004	4.65	0.000	0.010~0.026
截距	2.157	0.544	3.97	0.000	1.090~3.224
HDL-C					
性别	-0.115	0.020	-5.83	0.000	-0.153~-0.076
WC	-0.011	0.001	-12.24	0.000	-0.012~-0.009
截距	2.281	0.071	31.96	0.000	2.141~2.421

注: TG: $r^2 = 0.128$; TC: $r^2 = 0.030$; LDL-C: $r^2 = 0.123$;

HDL-C: $r^2 = 0.097$

讨 论

目前我国尚无儿童血脂异常的诊断标准参考值,本研究采用定量的方法分析了血脂与 BMI、PBF

和 WC 的关系。与以往的研究结果相似^[7-9],随着 BMI 的升高, TG、TC、LDL-C 有升高的趋势; HDL-C 有降低的趋势; 女性发生 TG 升高的危险较高, 女性发生 HDL 降低的危险较高, 与马文军等^[9]的调查结果一致(男性发生 HDL 降低的危险较低); 但也有得出相反结果的研究(血脂的四项指标与性别均正相关)。研究还发现, PBF、WC 与血脂的关系与 BMI 的类似。

因血脂数据不符合正态分布且方差不齐, 遂采用非参数法趋势性检验和中位数回归, 而没有使用更常见的相关性检验、方差分析和多元线性回归。趋势性检验与相关性检验得出的结论可认为是等效的。中位数回归即估计应变量的中位数, 在资料偏态和方差不齐时也适用, 有较强的抗异常数据能力, 得出的结果更为稳健。限于软件功能, 不能像多元回归那样得到标准化回归系数以比较自变量的相对贡献, 但用 t 值来解释, 本质上是一样的。

逐步回归时, BMI 始终未能进入模型。可能是与 WC、PBF 的共线性作用所致——三者间显著相关($P < 0.0001$)。同时也说明, WC、PBF 与血脂的关系比 BMI 更密切。综合 TG、TC、LDL-C 和 HDL-C 的分析结果, 可以得出这三个指标对血脂水

平的预测能力是: WC > PBF > BMI。

此外,像乳房/睾丸发育、阴毛发育等代表性发育状况的变量及年龄也未能进入模型,可能是本次研究仅包括 9 岁和 10 岁的儿童。以前和本次的研究均发现,女性可能是血脂异常的危险因素,但已知雌激素却是血脂异常的保护因素。国外通过前瞻性研究发现,妇女围绝经期血脂水平升高,而干预组通过激素替代疗法血脂升高得到抑制^[10]。所以作跨青春期的较大年龄跨度的心血管研究或许有新的发现。由于年幼儿童在进行 3 d 膳食回顾时,较难回忆起数天前所吃的食物,本次研究没有考虑脂肪摄入等膳食因素。

超重肥胖的标准可依据体脂水平或体型指标(如 BMI)。目前应用较广泛的是根据 BMI 来判定肥胖。但应用 BMI 判定肥胖时没有考虑发育水平对体成分的影响。理论上的判定标准是用体脂水平及其分布来判定肥胖,而不是单纯地应用体型指标作为判定标准。生物电阻抗方法被认为是一种安全、简便、可靠的体脂测量方法^[11,12]。本研究则发现 WC 和 PBF 与血脂有着良好的相关性,但 BMI 却不是。

成年人高脂血症是动脉粥样硬化的危险因素早已被证明,冠状动脉粥样硬化被认为是一个始于儿童时期,在成年期发病的疾病,动脉内膜的脂质沉积在儿童就已经开始,到血流减少一定程度出现心肌缺血症状^[13]。在成年人,腹型肥胖(主要靠 WC 来判断)已成为代谢综合征的一项重要评价指标。考虑到 WC 与血脂的良好相关性及测量的简便性,有必要进一步研究 WC 与其他疾病的关系,并早日制订儿童 WC 的评判标准。

(感谢北京市疾病预防控制中心、北京市东城区中小学卫生保健所、北京市崇文区疾病预防控制中心的领导、所有调查员、全体教师和同学以及荷兰 NUCIA 基金对本课题的大力支持与帮助)

参 考 文 献

[1] Eisenmann JC, Katzmarzyk PT, Perusse L, et al. Aerobic fitness, body mass index, and CVD risk factors among adolescents: the Quebec family study. *Int J Obes*, 2005, 29:

1077-1083.

- [2] Yeh WT, Chang HY, Yeh CJ, et al. Do centrally obese Chinese with normal BMI have increased risk of metabolic disorders? *Int J Obes*, 2005, 29: 818-825.
- [3] Maffei C, Pietrobello A, Grezzani A, et al. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes Res*, 2001, 9(3):179-187.
- [4] Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, et al. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa heart study. *Am J Clin Nutr*, 1999, 69:308-317.
- [5] Zhu SK, Wang ZM, Heshka S, et al. Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and Nutrition Examination Survey: clinical action thresholds. *Am J Clin Nutr*, 2002, 76:743-749.
- [6] Deurenberg P, Van der Kooy K, Leenen R, et al. Sex and age specific prediction formulas for estimating body composition from bio electrical impedance: a cross validation study. *Int J Obes*, 1991, 15:172-175.
- [7] 方令女,金相哲,崔莲花,等. 延边地区朝鲜族和汉族青少年血脂水平及其影响因素. *中国慢性病预防与控制*, 2001, 9(1): 3-5.
- [8] 曹强,谭凤珠,郭占景,等. 城市学龄儿童血脂水平及其影响因素研究. *中国公共卫生*, 2004, 20(11):1310-1312.
- [9] 马文军,许燕君,傅传喜,等. 广东省 6188 名 3 至 14 岁儿童血脂水平及影响因素分析. *中华心血管病杂志*, 2005, 3(10): 950-955.
- [10] Matthews KA, Meilahn E, Kuller LH, et al. Menopause and risk factors for coronary heart disease. *N Engl J Med*, 1989, 321:641-646.
- [11] Wattanapenpaiboon N, Lukito W, Strauss BJG. Agreement of skinfold measurement and bioelectrical impedance analysis(BIA) methods with dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) in estimating total body fat in Anglo-Celtic Australians. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2001, 25(3):400-408.
- [12] Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: tradition and new. *Am J Clin Nutr*, 1987, 46: 537-556.
- [13] Tounian P, Aggoun Y, Deatrice B, et al. Presence of increased stiffness of the common carotid artery and endothelial dysfunction in severely obese children: A prospective study. *Lancet*, 2001, 358:1400-1404.

(收稿日期:2007-01-25)

(本文编辑:尹廉)