

广州市6~9岁儿童体脂率与不同肥胖指标关系的研究

颜欢畅 郝宇婷 郭仰峰 韦远欢 张家华 黄高培 毛丽梅 张喆庆

510515 广州,广东省南方医科大学公共卫生学院营养与食品卫生学系(颜欢畅、郝宇婷、韦远欢、张家华、黄高培、毛丽梅、张喆庆); 510180 广州市中小学卫生健康促进中心常见病防治室(郭仰峰)

通信作者:张喆庆, Email:zzqaa501@163.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.11.006

【摘要】 目的 分析不同肥胖指标与广州市6~9岁儿童体脂率的关系及对儿童肥胖的诊断价值。**方法** 对广州市465例6~9岁儿童应用双能X线进行全身脂肪百分比(BF%)的测定,同时测量腰围,计算BMI、腰臀围比(WHR)和腰围身高比(WHtR)。各项指标经年龄校正后,利用多元线性回归分析其与BF%的关联,并以受试者工作特性(ROC)曲线评价各项简易指标对肥胖的诊断价值,计算曲线下面积(AUC)。**结果** 多元线性回归分析显示,BMI与BF%关联最强,BMI每增加1个标准差,男童BF%分别约增加5.3%($t=23.104, P<0.01$)和4.6%($t=17.509, P<0.01$);ROC曲线分析显示,BMI诊断肥胖的AUC值最大,男童分别为0.908和0.895,特异度和灵敏度均>80%;WHtR以及腰围诊断肥胖的效果次之,但AUC值均>0.8;WHR诊断肥胖的效果最差。**结论** BMI能较好地预测BF%,是广州市6~9岁儿童肥胖诊断的最佳简易指标。

【关键词】 肥胖,儿童期;体质指数;全身脂肪百分比

基金项目:合生元母婴营养与护理研究基金(BINCMYF15006)

Correlation between percentage of body fat and simple anthropometric parameters in children aged 6-9 years in Guangzhou Yan Huanchang, Hao Yuting, Guo Yangfeng, Wei Yuanhuan, Zhang Jiahua, Huang Gaopei, Mao Limei, Zhang Zheqing

Department of Nutrition and Food Hygiene, School of Public Health, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China (Yan HC, Hao YT, Wei YH, Zhang JH, Huang GP, Mao LM, Zhang ZQ); Department of Common Pediatric Disease Prevention and Treatment, Health Promotion for Primary and Secondary Schools in Guangzhou, Guangzhou 510180, China (Guo YF)

Corresponding author: Zhang Zheqing, Email: zzqaa501@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the accuracy of simple anthropometric parameters in diagnosing obesity in children in Guangzhou. **Methods** A cross-sectional study, including 465 children aged 6-9 years, was carried out in Guangzhou. Their body height and weight, waist circumference (WC) and hip circumference were measured according to standard procedure. Body mass index (BMI), waist to hip ratio (WHR) and waist-to-height ratio (WHtR) were calculated. Body fat percentage (BF%) was determined by dual-energy X-ray absorptiometry. Multiple regression analysis was applied to evaluate the correlations between age-adjusted physical indicators and BF%, after the adjustment for age. Obesity was defined by BF%. Receiver operating characteristic (ROC) curve analyses were performed to assess the diagnostic accuracy of the indicators for childhood obesity. Area under-ROC curves (AUCs) were calculated and the best cut-off point that maximizing 'sensitivity + specificity-1' was determined. **Results** BMI showed the strongest association with BF% through multiple regression analysis. For 'per-standard deviation increase' of BMI, BF% increased by 5.3% ($t=23.1, P<0.01$) in boys and 4.6% ($t=17.5, P<0.01$) in girls, respectively. The ROC curve analysis indicated that BMI exhibited the largest AUC in both boys (AUC=0.908) and girls (AUC=0.895). The sensitivity was 80.8% in boys and 81.8% in girls, and the specificity was 88.2% in boys and 87.1% in girls. Both the AUCs for WHtR and WC were less than 0.8 in boys and girls. WHR had the smallest AUCs (<0.8) in both boys and girls. **Conclusion** BMI appeared to be a good predictor for BF% in children aged 6-9 years in Guangzhou.

【Key words】 Pediatric obesity; Body mass index; Body fat percentage

Fund program: Maternal and Children Nutrition and Care Fund of Biostime (BINCMYF15006)

儿童肥胖的研究既往多采用BMI、皮褶厚度、腰围、腰臀围比(WHR)等指标评估,但这些指标对于肥胖的诊断能力各异,且结论不一^[1-4]。而探讨肥胖最佳的诊断简易指标在流行病学调查及临床诊断中具有重大价值。双能X线(dual-energy X-ray absorptiometry, DXA)目前作为直接测量人体脂肪含量评估儿童肥胖的金标准,因成本高、设备体积大、辐射等问题还难以广泛应用^[5]。由于目前国内尚缺乏以金标准DXA探究儿童简易指标诊断价值的研究,为此本研究以DXA测得的全身脂肪百分比(BF%)分析BMI、腰围、WHR和腰围身高比(WHtR)指标对广州市6~9岁儿童肥胖诊断的价值。

对象与方法

1. 研究对象:2015年12月至2016年12月自广州市多所幼儿园和小学以志愿者招募方式共招募6~9岁健康儿童465(男童263,女童202)人;其中6~7岁组68人,7~8岁组151人,8~9岁组165人,9~10岁组81人。为比较简易体格指标与金标准DXA测量结果的关联,根据既往文献报道^[6],按性别和年龄分层,设定每组需要26例样本。本研究入组排除标准包括患有临床确诊的遗传性肥胖(如普瑞德威利综合征、巴德-毕德综合征等);与药物、内分泌、代谢及中枢神经系统疾病有关的肥胖及肥胖综合征;有便秘或腹泻等胃肠道症状;服用糖皮质激素;机体处于应激状态如创伤、严重感染等;肢体残疾、智力或精神障碍;以及早产儿。本研究获医学伦理委员会审核,并获得研究对象本人及其法定监护人知情同意。

2. 研究方法:

(1)体格数据:所有检测项目均由经统一培训的工作人员完成。按常规方法应用身高计测量身高(数据精确至0.1 cm),应用TANITAMC-780型体成分仪测定体重(数据精确至0.1 kg),测量腰围和臀围(数据均精确至0.1 cm)。腰围、臀围重复测量2次,如果相差>2 cm,则测量第3次,取均值。并计算BMI(kg/m²)、WHR和WHtR。采用DXA(美国Hologic公司)测量BF%,每日测量前利用标准腰椎模块进行校准,并随机选取20名研究对象重复测量,BF%变异系数为1.09%。

(2)肥胖诊断:目前国内外尚缺乏6~9岁年龄段以Hologic作为测量仪器的参考值。以往Guo等^[7]以1541名5~19岁儿童,采用Lunar Prodigy DXA建立了BF%参考曲线,但不同仪器间存在测量误差^[8]。而Khadilkar等^[9]利用DXA(GE-Lunar DPX Pro)在

印度儿童中建立的参考值因其样本量较小(6~9岁年龄段各组<40人)。因此,本文采用Laurson等^[10]推荐的BF%第95百分位值(P_{95})作为肥胖诊断标准,该标准的制定是基于2个部位的皮褶厚度(肱三头肌、肩胛下)数据,并采用Slaughter推导公式换算为BF%。即体脂率6岁男童>26.8%,女童>28.5%;7岁男童>29.1%,女童>30.5%;8岁男童>32.4%,女童>32.9%;9岁男童>36.4%,女童>35.6%均判断为肥胖^[10]。Hussain等^[11]证明利用Slaughter推荐的公式计可准确估计Hologic Discovery测量的BF%。

3. 统计学分析:数据均采用EpiData 3.1软件录入。采用SPSS 20.0软件进行统计学分析,连续性变量采用 $\bar{x} \pm s$ 描述,分类变量则采用频数、百分率统计描述。数据进行性别分层分析。考虑到年龄是影响儿童体格指标的重要因素,因此利用Willett等^[12]推荐的残差法进行年龄校正:①以体格指标(y)为因变量,年龄(x)为自变量建立回归方程,得到 $y = \beta x + \text{常数项}$,同时保存非标准化的残差;②计算当 x 为均值时的 y ,即 $\bar{y} = \beta \bar{x} + \text{常数项}$;③将 \bar{y} 与步骤①中保存的非标准化残差相加,即为校正后的值 y_i 。利用 $(y_i - \bar{y}_i) / s$ 转化为Z-score。利用一般线性回归模型进行各指标Z-score与BF%相关分析,模型中年龄仍作为混杂因素以进一步校正其影响。以BF%为诊断肥胖的金标准,采用MedCalc 11.4软件进行受试者作业特征(ROC)曲线的绘制与分析,计算曲线下面积(AUC);不同AUC的比较采用Tuan和Wang^[13]推荐的方法。检验水准定为双侧 $P < 0.05$ 。

结 果

1. 一般情况:465例6~9岁儿童中男童年龄6.0~9.9岁,平均7.9岁,女童6.0~9.9岁,平均8.0岁。按照Laurson等^[10]推荐标准,男童肥胖率为19.8%,女童为27.2%。体格测量数据中除身高外其他的差异均有统计学意义,且相同指标数据除BF%外均为男童大于女童(表1)。

2. 各指标与儿童BF%的相关性:经年龄校正后,BMI增加1个标准差,男童BF%分别约增加5.3%($t = 23.104, P < 0.01$)和4.6%($t = 17.509, P < 0.01$)。腰围每增加1个标准差,男童BF%分别约增加5.3%和4.1%。WHtR每增加1个标准差,男童BF%分别约增加5.1%和4.2%。各指标中,WHR与儿童BF%的相关性最差,WHR每增加1个标准差,男童BF%分别约增加2.7%和0.7%(表2)。

3. 各指标的ROC曲线和AUC:以是否肥胖作为

表1 广州市465例6~9岁男女童肥胖组与非肥胖组一般特征

变量	男童			女童			t/Z值	P值
	肥胖组(n=52)	非肥胖组(n=211)	合计(n=263)	肥胖组(n=55)	非肥胖组(n=147)	合计(n=202)		
年龄(岁) ^a	8.2±0.7	8.0±0.9	7.9±0.9	7.6±0.9	8.17±0.9	8.0±0.9	0.835	0.404
年龄组(岁) ^b							0.381	0.703
6~	0(0.00)	41(15.59)	41(15.59)	14(6.93)	13(6.43)	27(13.37)		
7~	20(7.60)	63(23.95)	83(31.55)	22(10.89)	46(22.77)	68(33.66)		
8~	24(9.12)	71(27.00)	95(36.12)	15(7.43)	55(27.23)	70(34.65)		
9	8(3.04)	36(13.69)	44(16.73)	4(1.98)	33(16.34)	37(18.32)		
身高(cm) ^a	133.2±8.2	127.5±7.6	128.6±8.0	127.3±8.0	128.4±7.7	128.1±7.8	-1.196	0.232
体重(kg) ^a	36.4±9.9	24.9±5.4	27.2±7.9	28.2±6.9	23.9±4.5	25.0±5.6	-3.442	<0.01
BMI(kg/m ²) ^a	20.1±3.6	15.3±2.0	16.2±3.1	17.2±2.2	14.4±1.4	15.2±2.1	-4.578	<0.01
Z-score	1.02±1.04	-0.38±0.66	0.0±1.0	-0.31±0.67	1.25±1.15	0.0±1.0	<0.01	1.00
腰围(cm) ^a	67.9±10.7	54.8±5.6	57.4±8.6	58.5±6.9	52.5±4.3	54.1±5.8	-4.828	<0.01
Z-score	0.90±1.12	-0.34±0.70	0.0±1.0	-0.30±0.66	1.23±1.19	0.0±1.0	<0.01	1.00
腰臀围比 ^a	0.89±0.05	0.85±0.04	0.86±0.04	0.84±0.05	0.8±0.04	0.8±0.04	-7.302	<0.01
Z-score	0.15±1.10	-0.06±0.96	0.0±1.0	-0.17±0.88	0.67±1.18	0.0±1.0	<0.01	1.00
腰围身高比 ^a	0.51±0.06	0.43±0.04	0.45±0.05	0.46±0.04	0.41±0.03	0.42±0.04	-5.424	<0.01
Z-score	0.91±1.12	-0.34±0.70	0.0±1.0	-0.29±0.70	1.20±1.14	0.0±1.0	<0.01	1.00
BF% ^a	36.0±4.2	24.2±4.5	26.7±6.7	35.8±4.3	26.0±4.0	28.7±6.0	3.702	<0.01

注:^a $\bar{x} \pm s$; ^b 括号外数据为例数, 括号内数据为构成比(%); BF%为全身脂肪百分比(%)

表2 男女童诊断肥胖各项简易指标经年龄校正后与全身脂肪百分比的相关性

变量	男童			女童		
	β值(%)	t值	P值	β值(%)	t值	P值
体质指数	5.290	23.104	<0.01	4.632	17.509	<0.01
腰围	5.259	22.692	<0.01	4.119	13.550	<0.01
腰臀围比	2.699	7.434	<0.01	0.723	1.731	0.085
腰围身高比	5.148	21.358	<0.01	4.195	14.041	<0.01

因变量, 对BMI、腰围、WHR、WHtR的Z-score绘制ROC曲线并分析(图1、表3)。男童BMI、腰围、WHtR对肥胖诊断的AUC值均>0.850, 最佳指标为BMI(AUC=0.908), 灵敏度和特异度分别为80.8%和88.2%, 最佳切点值为0.33; 次佳指标为WHtR(AUC=0.887), 灵敏度和特异度分别为82.7%和87.7%; 女童BMI、腰围、WHtR对肥胖诊断的AUC值均>0.800, 最佳指标为BMI(AUC=0.895), 诊断灵敏度和特异度分别为81.8%和87.1%, 最佳切点值为0.15; 次佳指标为WHtR(AUC=0.840), 灵敏度和特异度分别为81.8%和76.9%; 男女童WHR对肥胖诊断的AUC值最低(男:AUC=0.708, 女:AUC=0.537), 且显著低于BMI(男:Z=4.619, P<0.01; 女:Z=7.310, P<0.01)及次佳指标(男:Z=5.302, P<0.01; 女:Z=8.002, P<0.01)。

讨论

本研究对广州市465例6~9岁儿童在测量身高、体重、腰围及臀围等指标基础上利用DXA检测全身脂肪含量, 发现不论男女童BMI是肥胖的最佳

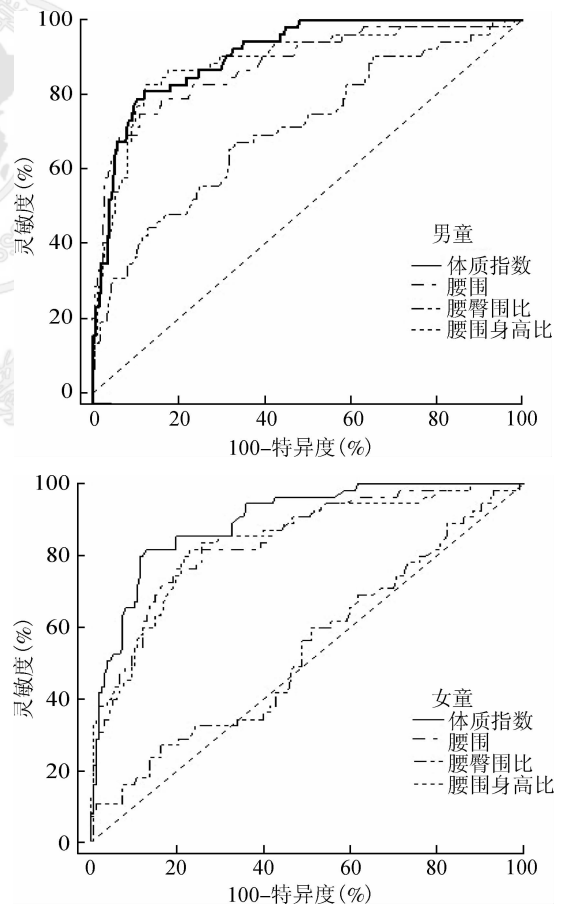


图1 男女童诊断肥胖各项简易指标的受试者作业特征曲线

诊断指标, 特异度和灵敏度均>80%; WHtR以及腰围诊断肥胖时效果次之, 但AUC值均>0.8; WHR预测肥胖效果最差。

BMI是目前用于儿童肥胖诊断最广泛的指标, 且

表3 男女童诊断肥胖各项简易指标的受试者作业特征曲线比较

组别	曲线下面积(95%CI) ^a	敏感度 (%)	特异度 (%)	最佳切点值 ^b	体质指数		腰围身高比	
					Z值	P值 ^c	Z值	P值 ^d
男童								
体质指数	0.908(0.866~0.940)	80.8	88.2	0.33	-	-	1.194	0.233
腰围	0.878(0.832~0.915)	75.0	89.1	0.52	1.825	0.068	0.554	0.579
腰臀围比	0.708(0.649~0.762)	67.3	66.8	0.11	4.619	<0.010	5.302	<0.01
腰围身高比	0.887(0.842~0.922)	82.7	87.7	0.39	1.194	0.233	-	-
女童								
体质指数	0.895(0.845~0.934)	81.8	87.1	0.15	-	-	2.056	0.040
腰围	0.839(0.781~0.887)	76.4	81.0	0.15	2.715	0.007	0.048	0.962
腰臀围比	0.537(0.465~0.607)	27.3	83.7	0.75	7.310	<0.010	8.526	<0.01
腰围身高比	0.840(0.782~0.888)	81.8	76.9	0.06	2.256	0.040	-	-

注:^a二项检验;^bZ-score;^c与最佳指标比较;^d与次佳指标比较

已在多个国家和地区制定了参考值^[14]。Eisenmann等^[15]报道在2 339例美国3~8岁儿童中BMI与DXA测得的全身脂肪含量相关性较高($r=0.85$);张倩等^[16]报道北京市城区女生以及郊区男女生各年龄段BMI与BF%呈中、高度相关($r=0.59\sim 0.83$)。而Brambilla等^[1]对美国8~18岁儿童青少年的研究中,WHtR作为预测全身脂肪含量的指标($r=0.80$)则优于BMI($r=0.72$)和WC($r=0.70$);Tuan和Wang^[13]在另一项对8~19岁儿童青少年的调查中发现,BF%与WHtR、BMI和腰围相关性高,其中WHtR预测BF%的能力强于BMI和腰围,特别是男童。Wohlfahrt-Veje等^[3]在丹麦2 647例8~14岁儿童研究中发现,BMI与BF%的相关性($r=0.78$)稍强于腰围($r=0.69$),与Kriemler等^[17]的研究结果类似。而Hubert等^[4]一项6~11岁法国儿童的研究发现,腰围和WHtR诊断肥胖的灵敏度高于BMI,在男童中BMI的特异度更强,但综合考虑,认为腰围比BMI和WHtR更适用于男童肥胖的诊断。

本研究发现诊断6~9岁男女童肥胖时BMI的AUC最大,但与WHtR及腰围等指标的差异无统计学意义。但有研究显示腰围易受呼吸幅度影响,灵活性不足^[5]。尽管WHtR同时考虑到身高与腰围(中心性肥胖指标),但目前支持WHtR的研究中其研究对象年龄跨度大,并以单一的诊断界值诊断肥胖,存在潜在的混杂因素,如Tanner分期^[18],故需进一步探讨WHtR指标在儿童生长发育中的稳定性及其参考值。而BMI计算简单,测量误差小,是目前诊断儿童肥胖最广泛使用的指标,且在多个国家和地区已制定了参考值,如Martin-Calvo等^[18]在Meta分析中发现,BMI、WHtR与BF%均有良好的相关性,但BMI的相关性稍强。因此,BMI在儿童肥胖评价中可能更有优势。

本研究中WHR诊断儿童肥胖时AUC均<0.750,并显著低于最佳和次佳指标。有研究发现WHR作为比率,很可能掩盖了单个指标更强的相关性,且WHR值易受骨盆结构影响,预测儿童肥胖的效果不佳。

我国目前尚缺乏基于DXA(Hologic Discovery)诊断肥胖的参考数据,因此本研究按美国儿童的肥胖标准对研究对象进行分组^[10],但研究显示不同种族间脂肪含量及分布差异显著^[13, 19-20],因此其结果可能存在偏倚。且该研究是基于测量肱三头肌和肩胛下皮褶厚度数据推导出BF%^[11],不可忽略各方法间的测量误差。本文亦利用在印度儿童中通过DXA(GE-Lunar DPX Pro)建立的参考值界定肥胖^[9],并采用ROC曲线比较了不同简易指标的预测能力,结果仍支持BMI是诊断男女童肥胖比较灵敏和可靠的指标(结果未显示)。因此,不同的诊断标准可能对研究结果的内部真实性影响不大。本研究仅以广州市城区儿童为研究对象,而不同地区及民族儿童体脂含量和体格特点亦有差异,结果外推有限;此外,本研究样本量较小且年龄范围较局限,不能评价不同年龄段各指标的优劣及最佳诊断界值。

综上所述,BMI是广州市6~9岁男女童肥胖诊断的最佳指标,WHR指标则不建议应用于诊断儿童肥胖。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Brambilla P, Bedogni G, Heo M, et al. Waist circumference-to-height ratio predicts adiposity better than body mass index in children and adolescents[J]. Int J Obes, 2013, 37(7): 943-946. DOI: 10.1038/ijo.2013.32.
- [2] Fredriks AM, Buuren SV, Fekkes M, et al. Are age references for waist circumference, hip circumference and waist-hip ratio in

- Dutch children useful in clinical practice? [J]. *Eur J Pediatr*, 2005, 164(4):216–222. DOI:10.1007/s00431-004-1586-7.
- [3] Wohlfahrt-Veje C, Tinggaard J, Winther K, et al. Body fat throughout childhood in 2 647 healthy Danish children: agreement of BMI, waist circumference, skinfolds with dual X-ray absorptiometry [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2014, 68(6): 664–670. DOI: 10.1038/ejcn.2013.282.
- [4] Hubert H, Guinhouya CB, Allard L, et al. Comparison of the diagnostic quality of body mass index, waist circumference and waist-to-height ratio in screening skinfold-determined obesity among children [J]. *J Sci Med Sport*, 2009, 12(4): 449–451. DOI: 10.1016/j.jsams.2008.05.002.
- [5] Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health [J]. *Obes Rev*, 2004, 5 Suppl 1: 4–85. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2004.00133.x.
- [6] Bigornia SJ, Lavalley MP, Benfield LL, et al. Relationships between direct and indirect measures of central and total adiposity in children: what are we measuring? [J]. *Obesity*, 2013, 21(10):2055–2062. DOI:10.1002/oby.20400.
- [7] Guo B, Wu QL, Gong J, et al. Gender difference in body fat for healthy Chinese children and adolescents [J]. *Child Obes*, 2016, 12(2): 144–154. DOI: 10.1089/chi.2015.0139.
- [8] Shepherd JA, Fan B, Lu Y, et al. A multinational study to develop universal standardization of whole-body bone density and composition using GE Healthcare Lunar and Hologic DXA systems [J]. *J Bone Miner Res*, 2012, 27(10): 2208–2216. DOI: 10.1002/jbmr.1654.
- [9] Khadilkar AV, Sanwalka NJ, Chiplonkar SA, et al. Body fat reference percentiles on healthy affluent Indian children and adolescents to screen for adiposity [J]. *Int J Obes*, 2013, 37(7): 947–953. DOI: 10.1038/ijo.2013.19.
- [10] Laurson KR, Eisenmann JC, Welk GJ. Body fat percentile curves for U.S. children and adolescents [J]. *Am J Prev Med*, 2011, 41(4): S87–92. DOI: 10.1016/j.amepre.2011.06.044.
- [11] Hussain Z, Jafar T, Zaman MU, et al. Correlations of skin fold thickness and validation of prediction equations using DEXA as the gold standard for estimation of body fat composition in Pakistani children [J]. *BMJ Open*, 2014, 4(4): e004194. DOI: 10.1136/bmjopen-2013-004194.
- [12] Willett WC, Howe GR, Kushi LH. Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies [J]. *Am J Clin Nutr*, 1997, 65(4): 1220S–1228S.
- [13] Tuan NT, Wang YF. Adiposity assessments: agreement between dual-energy X-ray absorptiometry and anthropometric measures in U.S. children [J]. *Obesity*, 2014, 22(6): 1495–1504. DOI: 10.1002/oby.20689.
- [14] Ogden CL, Kuczmarski RJ, Flegal KM, et al. Centers for disease control and prevention 2000 growth charts for the United States: improvements to the 1977 National Center for Health Statistics Version [J]. *Pediatrics*, 2002, 109(1): 45–60. DOI: 10.1542/peds.109.1.45.
- [15] Eisenmann JC, Heelan KA, Welk GJ. Assessing body composition among 3- to 8-year-old children: anthropometry, BIA, and DXA [J]. *Obes Res*, 2004, 12(10): 1633–1640. DOI: 10.1038/oby.2004.203.
- [16] 张倩, 杜维婧, 胡小琪, 等. 北京市儿童少年体重指数与体脂百分比关系的分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2004, 25(2): 113–116. DOI: 10.3760/j.issn:0254-6450.2004.02.006.
- Zhang Q, Du WJ, Hu XQ, et al. The relation between body mass index and percentage body fat among Chinese adolescent living in urban Beijing [J]. *Chin J Epidemiol*, 2004, 25(2): 113–116. DOI: 10.3760/j.issn:0254-6450.2004.02.006.
- [17] Kriemler S, Puder J, Zahner L, et al. Estimation of percentage body fat in 6- to 13-year-old children by skinfold thickness, body mass index and waist circumference [J]. *Br J Nutr*, 2010, 104(10): 1565–1572. DOI: 10.1017/S0007114510002357.
- [18] Martin-Calvo N, Moreno-Galarraga L, Martinez-Gonzalez MA. Association between body mass index, waist-to-height ratio and adiposity in children: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Nutrients*, 2016, 8(8): 512. DOI: 10.3390/nu8080512.
- [19] Flegal KM, Ogden CL, Yanovski JA, et al. High adiposity and high body mass index-for-age in US children and adolescents overall and by race-ethnic group [J]. *Am J Clin Nutr*, 2010, 91(4): 1020–1026. DOI: 10.3945/ajcn.2009.28589.
- [20] Shaw NJ, Crabtree NJ, Kibirige MS, et al. Ethnic and gender differences in body fat in British schoolchildren as measured by DXA [J]. *Arch Dis Child*, 2007, 92(10): 872–875. DOI: 10.1136/adc.2007.117911.

(收稿日期: 2017-03-07)

(本文编辑: 张林东)